

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

52

Int. Cl.:

H 04 n, 9/02

H 04 n, 9/53

Deutsche Kl.:

21 n7, 9/49

21 n7, 9/53

10

11

Offenlegungsschrift 2 318 804

21

22

43

Aktenzeichen: P 23 18 804.7

Anmeldetag: 13. April 1973

Offenlegungstag: 24. Oktober 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Münch, Wolfram, Dipl.-Ing., 8000 München

DT 2 318 804

Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, München

Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung^{+))}

Die Erfindung betrifft die gesamte Übertragungseinrichtung für die Farbwertsignale der Aufnahmeröhren einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung von der Kamera bis einschl. zur Farbfernsehempfangseinrichtung mit Farbbildwiedergaberöhre mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln zum Anpassen der bei einer bestimmten Beleuchtungslichtart beim Aufnehmen einer Szene an den Aufnahmeröhren erzeugten Farbwertsignale an eine andere vorgegebene Lichtart, Bezugslichtart genannt, unter der die sonst unveränderte Szene dem Auge so erscheint, wie sie am Bildschirm der Farbfernsehempfangseinrichtung wiedergegeben werden soll.

Bei Farbfernsehaufnahmeeinrichtungen, die sowohl für Außenaufnahmen z.B. mit Tageslicht als auch für Studioaufnahmen mit einer Farbtemperatur von z.B. 3200 K verwendet werden sollen, stellt sich die Frage, wie der Farb-

- / -

^{+))} H 04 n 9/02

sprung, der sich bei einem Wechsel in der Aufnahmeart ergibt, so ausgeglichen werden kann, daß eine Szene am Farbfernsehschirm so erscheint, "wie sie das Auge sieht bzw. sehen soll", d.h. farbwiedergaberichtig.

Bekanntlich ist eine Farbfernsehkamera entsprechend ihrem hauptsächlichsten Verwendungszweck auf eine bestimmte Lichtart abgeglichen. Verwendet man nun eine Farbfernsehkamera, die z.B. für die Lichtart D 65 abgeglichen ist, für Studioaufnahmen bei einer Farbtemperatur von 3200 K, so wird auf dem Schirm des Farbfernsehempfängers ein Bild erzeugt, das einen starken Rotstich aufweist. Umgekehrt erscheint eine Szene, die bei Tageslicht mit einer auf Studiolicht mit einer Farbtemperatur von 3200 K abgeglichenen Kamera aufgenommen wird, auf dem Schirm des Farbfernsehempfängers mit einem Blaustich.

Ideale, d.h. farbwiedergaberichtige Übertragungsverhältnisse würden z.B. vorliegen, wenn eine Szene, die mit einer z.B. auf die Lichtart D 65 abgeglichenen Kamera bei einer Beleuchtung mit Lichtart D 65 aufgenommen wird, am Bildschirm auch wie mit Lichtart D 65 beleuchtet erscheint, vorausgesetzt, daß das Auge die Szene so sehen soll. D.h. ein Referenzweiß der Aufnahmeszene erscheint nun sowohl einem direkten Betrachter der Szene als auch dem Farbfernsehzuschauer mit der Lichtart D 65 beleuchtet. Ebenso werden auch die übrigen Farben innerhalb eines durch die Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers gegebenen Dreiecks entsprechend der Beleuchtung mit Lichtart D 65 wiedergegeben. Wird nun die gleiche Szene mit Studiolicht beleuchtet, das z.B. eine Farbtemperatur von 3200 K aufweist, so erscheint, wie bereits erläutert, bei gleicher Kameraeinstellung das wiedergegebene Bild dem Betrachter mit einem gewissen, nur langsam nachlassenden und nicht vollständig verschwindenden Rotstich und in seinen Farben weder der Beleuchtung unter D 65 noch unter 3200 K getreu. Um nun trotzdem am Farbfernsehempfänger ein - gegebenenfalls optimal angenähert - farbwiedergaberichtiges Bild zu erhalten, kann man sog. Umstimmittel an oder in der Kamera bzw. Übertragungseinrichtung anbringen.

Bekannt sind Umstimmittel sowohl optischer als auch elektrischer Art. Optische Umstimmittel sind z.B. Konversionsfilter oder andere Farbanpassungsfilter. Sie werden verwendet, um große Unterschiede in der Farbtemperatur der Beleuchtung auszugleichen. Mit ihrer Verwendung ist jedoch ein starker energetischer Verlust verbunden, was bei geringen Beleuchtungsstärken bekanntlich zu einer nicht mehr tragbaren Verringerung des Störabstands führt. Im übrigen wirkt sich ein Konversionsfilter bei Körperfarben wie eine echte Änderung der Aufnahmelichtart aus, so daß die alleinige Anwendung eines Konversionsfilters in dem genannten Beispiel nur dann zu einem farbwiedergaberichtigen Bild führt, wenn es die ursprüngliche Aufnahmelichtart exakt in D 65 überführt und zudem die Szene auch wie mit D 65 beleuchtet erscheinen soll.

Wie schon erwähnt, kann eine Farbfernsehkamera auch elektrisch umgestimmt werden. Bekannte elektrische Umstimmittel bestehen z.B. darin, an den den Farbwerten im Primärvalenzsystem der Empfänger-Grundfarben Rot, Grün und Blau entsprechenden Farbvertsignalen E_R , E_G , E_B der Aufnahmeeinrichtung Verstärkungsänderungen durchzuführen. Diese Art der Umstimmung sei nun kurz erläutert.

Man gehe wieder davon aus, daß eine Szene mit Lichtart D 65 beleuchtet ist. Bei richtiger Einstellung einer idealen Übertragungskette wird dann ein Referenzweiß in der Szene mit der Farbart D 65 übertragen. Wird nun bei unveränderter Szene die Beleuchtung von der Lichtart D 65 nach Lichtart S, z.B. Studiobeleuchtung, mit der Farbtemperatur 3200 K geändert, dann verschiebt sich das übertragene Referenzweiß von Farbart D 65 nach Farbart S. Falls in der Szene Körperfarben vorhanden sind, die bei D 65 in ihrer Farbart den Grundfarben (Primärvalenzen) des Farbfernsehempfängers gleichen, werden sie ebenfalls verschoben, denn die nicht zur jeweiligen Grundfarbe gehörenden Farbvertsignale werden nach der Beleuchtungsänderung nicht mehr den Wert Null haben. Auch die übrigen Körperfarben erscheinen farblich verschoben. Soweit diesen positive Farbvertsignale entsprechen, ist die Übertragung entsprechend der veränderten Beleuchtung zwar valenzmetrisch exakt, sie entspricht aber nicht denjenigen Farben, die das Auge unter Beleuchtung von D 65 und auch nicht denjenigen Farben, die das Auge unter Be-

leuchtung mit Lichtart S sieht, da sich das Auge im letztgenannten Falle nicht in dem erforderlichen Maß umstimmt, wie bereits erläutert.

Bei der Übertragung des Referenzweiß mit der Beleuchtung nach Lichtart D 65 müssen nach UER-Norm die Farbwertsignale E_R , E_G , E_B gleich sein. Nach der Beleuchtungsänderung ist diese Gleichheit nicht mehr vorhanden, denn nur bei Beleuchtung mit Lichtart D 65 ist Gleichheit der Signale gegeben. Um nun das Referenzweiß nach der Beleuchtungsänderung wieder mit der Farbart D 65 zu übertragen, muß für das Referenzweiß die Verstärkung so geändert werden, daß die Signale E_R , E_G , E_B wieder gleich groß sind. Auch die Farbörter derjenigen Körperfarben, die bei Beleuchtung mit D 65 mit den Grundfarben farbartgleich sind, werden sich etwa in Richtung ihrer ursprünglichen Örter zurückbewegen. Allerdings können die Ausgangspunkte nicht mehr exakt erreicht werden, weil durch die Verstärkungsänderung, die erfolgen mußte, um das Übertragene Referenzweiß von Farbart S nach Farbart D 65 zurückzuschieben, nur die Verhältnisse zwischen E_R , E_G und E_B geändert werden. Ein Nullwerden der nicht zur jeweiligen Grundfarbe gehörenden Signale ist nicht möglich, wie es sein müßte, um die Grundfarben wie unter Lichtart D 65 wiederzugeben. Dies ist jedoch nur ein anderer Ausdruck für die schon grundsätzlich andere Farbwiedergabe unter Lichtart S gegenüber Lichtart D 65.

Ein elektrisches "Umstimmen" nach dieser bekannten Methode führt also aus den genannten, ebenfalls bekannten Gründen, zu starken Fehlern in der Farbwiedergabe, wenn davon ausgegangen wird, daß die Szene wie mit D 65 beleuchtet am Farbfernsehschirm erscheinen soll. Wenn sie dagegen so wie sie das Auge unter Lichtart S, also der AufnahmeLichtart sieht, erscheinen soll, so ist die Farbwiedergabe ebenfalls mit Fehlern behaftet, da die elektrische Umstimmung nicht den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des Auges entspricht. Wird die erwähnte Verstärkungsänderung der Kamerasignale zur Korrektur des wiedergegebenen Referenzweiß auf D 65 unterlassen, so ist eine Wiedergabe für alle Farben mit positiven Signalwerten, wie erwähnt, zwar valenzmetrisch exakt, jedoch hat das Bild am

Farbfernsehschirm einen Farbatich, insbesondere unmittelbar nach Szenen, bei denen das Referenzweiß bei D 65 lag. Man kann deshalb auch nur kleine Farbtemperaturänderungen der Beleuchtung durch dieses elektrische Umstimmmittel ausgleichen, da nur der Farbort des Weißpunktes und farbortmäßig in unmittelbarer Umgebung gelegene ungesättigte Farben empfindungsgemäß richtig bzw. angenähert richtig wiedergegeben werden.

Es sind aber auch andere elektrische Mittel zur Korrektur der Farbwertsignale beim Wechsel der Aufnahmelichtart bekannt, wie später erläutert wird.

Die bisherigen Darlegungen gingen der Einfachheit halber davon aus, daß die Übertragungskette bei Aufnahmelichtart D 65 und Einstellung des Weißpunktes am Farbfernsehempfänger auf D 65 für nur positive Farbwertsignale valenzmetrisch exakt ist. Das ist jedoch nur dann der Fall, wenn die spektralen Empfindlichkeitskurven der drei Aufnahmeröhren den sog. Farbmischkurven der Grundfarben (Primärvalenzen) des Farbfernsehempfängers (Bildröhre) oder einer linearen Kombination dieser Kurven exakt gleich sind. Da die erwähnten Farbmischkurven negative Kurvenäste besitzen, läßt sich die genannte Bedingung durch passende Wahl der Aufnahmeröhren oder optische Mittel allein nicht lösen, es sei denn, es werden starke Farbverfälschungen für bestimmte Körperfarben in Kauf genommen. Man kann in an sich bekannter Weise versuchen, die negativen Kurvenäste unter geeigneter Abänderung der Kurvenform für die positiven Kurventeile zu vernachlässigen, ein Weg, der geringfügige Verbesserungen mit sich bringt. Es sind jedoch andere elektrische Korrekturmittel bekannt, mit deren Hilfe die negativen Äste der erforderlichen Farbmischkurven exakt simuliert werden können. Hierzu müssen die unmittelbaren (primären) Signale der Aufnahmeröhren (optisch-elektrische Primärwandler) in geeigneter Weise linear miteinander verknüpft werden, d.h. es müssen jedem Farbkanal genau dosierte Anteile der beiden anderen Kanäle hinzugefügt oder von ihm abgezogen werden. Dies entspricht einer linearen Kombination der primären Signale der optisch-elektrischen Primärwandler, mathematisch darstellbar

durch eine Koeffizientenmatrix, die die erforderlichen Mischanteile bedeuten. Wird diese Koeffizientenmatrix geeignet gewählt, so ist es möglich, mit nur positiven spektralen Empfindlichkeitskurven auf elektrischem Wege durch ein entsprechendes elektrisches Netzwerk, ebenfalls "Matrix" genannt, die erforderlichen Farbmischkurven mit negativen Kurvenästen zu simulieren. Farbmisch ist dies einer Transformation in ein Grundvalenzsystem mit den Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers aus einem System mit anderen Primärvalenzen äquivalent.

Eine exakte Simulation der Farbmischkurven ist unter Verwendung einer elektrischen Matrix immer dann möglich, wenn die spektralen Empfindlichkeitskurven der optisch-elektrischen Primärwandler linearen Kombinationen der Farbmischkurven exakt entsprechen. Da dies in der Praxis umso weniger genau realisiert werden kann, je weniger Empfindlichkeitsverluste in Kauf genommen werden können, stellt die Auslegung der genannten Matrix ein Optimierungsproblem dar. Eine optimierte Matrix solcher Art berücksichtigt in bekannter Weise den Weißpunkt (z.B. Farbart D 65) und die Grundfarben (Primärvalenzen, z.B. UER-Valenzen) der Bildröhre (am Farbfernsehempfänger), die tatsächlichen spektralen Empfindlichkeiten der optisch-elektrischen Primärwandler (Aufnahmeröhren), die Aufnahmeart (z.B. D 65 oder 3200 K oder andere) und gegebenenfalls die Gradation der Bildröhren derart, daß die am Farbfernsehempfänger erzeugten Farbvalenzen einer Anzahl aufgenommener Körperfarben gegenüber den Farbvalenzen der gleichen Körperfarben unter einer Lichtart, deren Farbart dem Weißpunkt der Bildröhre entspricht (z.B. D 65), im Mittel ein Minimum an Abweichungen zeigen. Selbstverständlich müssen die Signale der drei Kanäle der Aufnahmeeinrichtung so ausbalanciert sein, daß für das Referenzweiß drei gleiche Signale erzeugt werden.

Da die Aufnahmeart in die Matrix eingeht, stellt dieses Verfahren nicht nur allein eine Optimierung hinsichtlich der praktisch realisierbaren und theoretisch erforderlichen Farbmischkurven dar, sondern auch eine Optimierung hinsichtlich des Unterschiedes der Aufnahmearten. Dies ist die erwähnte weitere Korrekturmöglichkeit für die Farbwertsignale beim

-/-

409843/0593

Wechsel der Aufnahmelichtart, die dazu führt, daß die erwähnte optimierte Matrix für verschiedene Aufnahmelichtarten verschiedene Werte annimmt.

Die nach dem geschilderten Verfahren ermittelte Optimalmatrix, deren Elemente je nach dem Übertragungspunkt, der zugrundegelegt wird, je nach dem System, in dem die mittleren Fehler ermittelt werden und je nach dem Aufbau der Fehlerfunktion geringfügig verschiedene Werte annehmen können, verteilt die Farbwiedergabefehler, die aufgrund abweichender spektraler Empfindlichkeitskurven der optisch-elektrischen Primärwandler, evtl. anderer Systemfehler sowie aufgrund von Aufnahmelichtarten, die von D 65 abweichen, mehr oder weniger gleichmäßig auf eine Anzahl vorgegebener Körperfarben, mit Ausnahme von Referenzweiß. Hierdurch wird auch der Umstimmung in gewisser Weise Rechnung getragen, allerdings in einer Form, die zwar für Referenzweiß richtig, jedoch im übrigen mit mehr oder weniger starken Fehlern behaftet ist, da diese Art der Umstimmung nicht in einer den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des Auges entsprechenden Form erfolgt. Die bisher bekannten Verfahren zur elektrischen Umstimmung sind daher noch mit mehr oder weniger starken Farbverfälschungen behaftet, die vermeidbar sind.

Die Umstimmung des Auges kann, wie bekannt, durch eine sog. von Kries-Transformation in einem speziellen Grundvalenzsystem beschrieben werden. Hierbei sind die Farbwerte aller Farben in dem genannten Grundvalenzsystem nach der Umstimmung den Farbwerten der gleichen Farben vor der Umstimmung jeweils proportional, und zwar derart, daß die Farbwerte der Farbe B nach der Umstimmung den Farbwerten der Farbe A vor der Umstimmung gleich sind, wenn die Farbe B nach der Umstimmung so erscheint, wie Farbe A vor der Umstimmung. Die vollständige, den physiologisch-optischen Eigenschaften des Auges entsprechende Beschreibung der Umstimmung im Normvalenzsystem hat hier so zu erfolgen, daß zunächst die Normfarbwerte der Körperfarben vor der Umstimmung in die Farbwerte des genannten speziellen Grundvalenzsystems transformiert werden, in welchem der Koeffizientensatz in der geschilderten Weise angewandt wird. Dann erfolgt Rücktransformation in das

Normvalenzsystem. Das gleiche gilt natürlich sinngemäß für irgendein anderes Ausgangs- und/oder Endsystem.

Die eingangs geschilderte elektrische Umstimmung mittels einfacher Verstärkungsänderung in den drei Farbkanälen, entspricht somit an sich durchaus der Anwendung des von Kries'schen Koeffizientensatzes, jedoch in einem System, in dem die Primärvalenzen der Bildröhren Grundvalenzen sind, anstatt in dem genannten speziellen Grundvalenzsystem, das den physiologisch-optischen Eigenschaften des Auges entspricht. Darauf sind auch im Grunde die erwähnten, noch vermeidbaren Fehler in der Farbwiedergabe zurückzuführen.

Diese Nachteile können nun erfindungsgemäß dadurch beseitigt werden, daß die Kamerasignale an geeigneter Stelle des Übertragungsvorganges zunächst in Signale überführt werden, die den Farbwerten in dem genannten speziellen Grundvalenzsystem entsprechen. In diesem System kann die bereits an sich bekannte, einfache elektrische Umstimmung durch Änderung des Verstärkungsgrades in den einzelnen Kanälen erfolgen, wonach die so entstehenden Signale in solche überführt werden, die den Farbwerten im Primärvalenzsystem der Bildröhre entsprechen. Eine derartige Verknüpfung, die farbmetrisch durch eine geeignete Matrix geleistet wird, wird auch elektrisch durch ein lineares Netzwerk, im folgenden elektrische Umstimmungsmatrix genannt, durchgeführt.

Die bisherigen Übertragungseinrichtungen von Farbfernsehaufnahmeeinrichtungen zeigen den weiteren grundsätzlichen Nachteil, daß auch auf die Möglichkeit der Wiedergabe einer aufzunehmenden Szene "wie bei Beleuchtung mit einer beliebig vorgebbaren Lichtart gesehen" verzichtet wird. Denn jenes ist zweifellos das Ziel jeder farbwiedergaberichtigen Wiedergabe.

Bezeichnet man diejenige Lichtart, unter der eine Szene dem Auge als farbrichtig erscheint, auf die mit anderen Worten bezogen wird, als "Bezugslichtart", so heißt die Forderung für farbwiedergaberichtige Wiedergabe

am Bildschirm: "Die am Bildschirm erscheinenden Farben einer Szene müssen dort vom Auge so gesehen werden, wie sie das Auge unter der Bezugslichtart sieht oder sehen würde".

Es muß als ein ausgesprochener Nachteil der bisher bekannten Aufnahmeeinrichtungen angesehen werden, daß eine Anpassung an beliebige vorgegebene Bezugslichtarten im obigen Sinne nicht möglich oder vorgesehen ist.

Ist ein Empfänger mit einem standardfremden Grundfarbsystem mit verändertem Weißpunkt ausgestattet, die Aufnahmeeinrichtung jedoch auf Standardempfänger eingestellt, so entstehen ebenfalls unter Umständen gravierende, jedoch vermeidbare Fehler in der Farbwiedergabe.

Dieser Nachteil kann erfindungsgemäß dadurch behoben werden, daß standardfremden Empfängern Farbwertsignale zugeführt werden, die entweder aufnahme- oder empfangsseitig oder in einer geeigneten Zwischenstufe, gegebenenfalls im Zusammenwirken mit einer Transcodierungseinrichtung mittels einer Farbmatrix so transformiert sind, daß sie für den standardfremden Empfänger mit standardfremden Grundfarben und/oder standardfremdem Weißpunkt gelten.

Die erwähnte empfangsseitige Anpassung des standardfremden Empfängers ist insbesondere dann von Interesse, wenn es sich um individuelle Abweichungen handelt.

Die vorstehend aufgezeigten Nachteile der bekannten Übertragungseinrichtungen für die Farbwertsignale der Aufnahmeröhren einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung von der Kamera bis einschließlich zur Farbfernsehempfangseinrichtung mit Farbbildwiedergaberöhre zum Anpassen der bei einer bestimmten Beleuchtungslichtart beim Aufnehmen einer Szene an den Aufnahmeröhren erzeugten Farbwertsignale an eine andere vorgegebene Lichtart, Bezugslichtart genannt, unter der die sonst unveränderte Szene dem Auge so erscheint, wie sie am Bildschirm der Farbfernsehempfangseinrichtung

wiedergegeben werden soll, werden erfindungsgemäß dadurch vermieden, daß die Übertragungseinrichtung aufnahmeseitig im wesentlichen aus drei oder vier Gruppen entsprechender elektrischer Bauelemente besteht und die einzelnen Gruppen derart angeordnet und miteinander verbunden sind, daß die von der Gruppe 1 der elektrischen Bauelemente auf die Aufnahmeart, die Bezugslichtart, die spektralen Empfindlichkeiten der einzelnen Aufnahmeröhren und eine Auswahl repräsentativer Körperfarben abgestimmten, von der Gruppe 2 der elektrischen Bauelemente gemäß den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des menschlichen Auges vom Weißpunkt der Bezugslichtart auf den Weißpunkt eines Farbfernsehempfängers umgestimmt und von der Gruppe 3 oder den Gruppen 3 und 4 der elektrischen Bauelemente an das Grundfarbsystem eines Farbfernsehempfängers angepasst und einer Weißbalance unterworfenen und schließlich den Ausgangskanälen der Aufnahmeeinrichtung zugeführten Farbwertsignale an exakt eingestellten Standardfarbfernsehempfänger oder standardfremden Farbfernsehempfänger oder nach Durchlaufen eines aus entsprechenden elektrischen Bauelementen bestehenden Umstimmadapters an standardfremden Farbfernsehempfänger oder am durch entsprechende elektrische Bauelemente ergänzten standardfremden Farbfernsehempfänger ein Farbbild erzeugen, das hinsichtlich des Farbeindrucks, den ein Schirmbildbetrachter von der Übertragung der genannten Auswahl repräsentativer Körperfarben erhält, empfindungsgemäß optimal demjenigen Farbeindruck angeglichen ist, den das Auge bei direkter Betrachtung der gleichen Auswahl repräsentativer Körperfarben unter einer vorgegebenen Bezugslichtart erhält.

Die drei oder vier Gruppen elektrischer Bauelemente sind erfindungsgemäß so angeordnet, daß die primären Farbwertsignale der Aufnahmeröhren die Gruppen 1 bis 3 oder 1 bis 4 der Reihe nach durchlaufen, wobei die Gruppe 1 (oder 1a und 1b) der Anzahl der Aufnahmeröhren entsprechend drei Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die primären Farbwertsignale aller Aufnahmeröhren gemeinsam in bestimmten, durch elektrische Schaltelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden. Die Gruppe 2 elektrischer Bauelemente besitzt ebenfalls 3 Übertragungskanäle, denen jeweils die Ausgangssignale

der Gruppe 1 gemeinsam in bestimmten durch gleichartige, jedoch anders dimensionierte elektrische Schaltelemente festgelegten Anteilen zur Farbumstimmung zugeführt werden. Die Gruppe 3 oder die Gruppen 3 und 4 elektrischer Bauelemente besitzen ebenfalls drei Übertragungskanäle, denen jeweils die Ausgangssignale der Gruppe 2 gemeinsam in bestimmten, durch gleichartige, jedoch anders dimensionierte elektrische Schaltelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden, die die Farbvertsignale an das Grundfarbsystem eines Farbfernsehempfängers anpassen und die erforderliche Weißbalance bewirken.

Die Erfindung soll im weiteren anhand der folgenden Figuren beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt schematisch in einem Blockschaltbild bekannte Anordnungen zum Umstimmen der Farbvertsignale auf verschiedene Aufnahmeleuchtarten, Fig. 1a ohne, Fig. 1b mit gleichzeitiger Optimierung hinsichtlich der spektralen Empfindlichkeiten der Aufnahmeröhren.

Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild Beispiele für die erfindungsgemäß ausgeführte Matrizierung der Aufnahme- und Empfangs- bzw. Wiedergabe-Einrichtung.

Fig. 3 zeigt in einem Blockschaltbild Beispiele für die erfindungsgemäß ausgeführte Matrizierung von Aufnahme- und Empfangs- bzw. Wiedergabe-Einrichtung bei standardfremden Empfängern.

Fig. 4 und 5 zeigt je ein Diagramm der Normfarbtafel.

Bei dem in Fig 1a gezeigten Schaltschema einer bekannten Umstimmunordnung der Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehkamera, werden die primären Farbvertsignale E_R , E_G , E_B der Aufnahmeröhren der Kamera jeweils getrennt einem Übertragungskanal zugeführt. Durch die Regelglieder R_1 , R_2 , R_3 , an denen die umgestimmten Farbvertsignale E'_R , E'_G , E'_B abgegriffen werden, wird

an den Farbwertsignalen eine sog. elektrische Umstimmung durchgeführt. Für das Referenzweiß werden die Farbwertsignale z.B. so abgeglichen bzw. verstärkt, daß Gleichheit herrscht, d.h. $E'_{Rw} = E'_{Gw} = E'_{Bw}$.

Bei dem in Fig. 1b gezeigten Schaltschema einer ebenfalls bekannten Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung werden die primären Farbwertsignale E_R , E_G , E_B der Aufnahmeröhren der Kamera jeweils gemeinsam in bestimmten Anteilen einem Übertragungskanal zugeführt. Entsprechend der Anzahl der Aufnahmeröhren sind auch Übertragungskanäle vorhanden, so daß an jedem Übertragungskanal die Farbwertsignale aller Aufnahmeröhren liegen. Durch bestimmte Regelglieder werden die Anteile eines jeden Farbwertsignals genau aufeinander abgestimmt. Dem Übertragungskanal für Rot z.B. werden die Farbwertsignale E_R , E_G , E_B zugeführt, die jeweils durch die Regelglieder (Verstärkungsglieder) R_{11} , R_{12} , R_{13} aufeinander abgestimmt werden, so daß die Farbwerte in bestimmten Anteilen auf den Übertragungskanal gelangen. An den Regelgliedern R_{14} , R_{24} , R_{34} der Übertragungskanäle für Rot, Grün und Blau, an denen die Farbartebalance anschließend durchgeführt wird, können dann die ausbalancierten und auf jeweils eine bestimmte Aufnahmeart sowie die spektralen Empfindlichkeiten der Aufnahmeröhren für eine Auswahl repräsentativer Körperfarben optimierten Farbwertsignale E''_R , E''_G , E''_B abgegriffen werden.

Fig. 2 zeigt dagegen das Schaltschema von erfindungsgemäß ausgeführten Umstimm- und Optimierungsanordnungen der Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung, wobei die elektrischen Verknüpfungen zwischen den Eingangs- und Ausgangskanälen der mit "Matrix" bezeichneten Elemente im Prinzip dem in Fig. 1b gezeigten linearen elektrischen Netzwerk entspricht. Das Element /1 entspricht der erwähnten Gruppe 1, die Elemente /2, /3, /4 bilden die Gruppe 2, die Elemente /5 und /6 die Gruppe 3 und die Elemente /7, /8, /12, /13 die Gruppe 4.

Der wesentliche Unterschied der in Fig. 1 und der in Fig. 2 wiedergegebenen Schaltanordnung besteht zunächst darin, daß die Optimierungs-Matrix

(Gruppe 1 = Element /1 in Fig. 2) keine Anpassung repräsentativer Körperfarben unter der Aufnahme­lichtart an die den Weißpunkt repräsentierende Lichtart D 65 bewirkt, sondern an eine beliebige vorgegebene Bezugs­lichtart B. Ferner aber auch darin, daß nach der Optimierungsmatrix, die in diesem Fall auf die nachfolgende Gruppe 2 abgestellt sein muß, zunächst die Umstimmungsmatrizen (Gruppe 2) folgen, die eine Anpassung an die physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des menschlichen Auges bewirken. Erst die sich so ergebenden Signale werden nochmals zur Anpassung an das Grundvalenzsystem eines Farbfernsehempfängers miteinander verknüpft (Gruppe 3; gegebenenfalls einschl. Gruppe 4), ehe sie den Ausgangskanälen der Aufnahmeeinrichtung zugeführt werden. Zu den einzelnen Elementen und Gruppen ist zu sagen, daß für feste Kombinationen "Aufnahme­lichtart/Bezugslichtart" im Prinzip die Gruppen 1 bis 3

oder 1 bis 4 durch eine einzige Matrix realisiert werden können, die für andere Kombinationen "Aufnahme­lichtart/Bezugslichtart" durch Umschalten oder Austausch ausgewechselt werden müssen. Man kann aber auch die einzelnen Elemente in verschiedener Weise je nach Zweckmäßigkeit zusammenfassen, wobei auch Elemente verschiedener Gruppen zusammengefasst werden können, lediglich die Reihenfolge muß beibehalten werden. Zur genauen Durchführung der Weißbalance wird man z.B. vorzugsweise das Element /3, wie in Fig. 2 gezeichnet, regelbar ausführen.

Die Gruppe 4 elektrischer Bauelemente wird benötigt, wenn eine für einen bestimmten Standardempfänger ausgerüstete Aufnahmeeinrichtung (mit den Gruppen 1 bis 3) für standardfremde Empfänger mit unverändertem Weißpunkt umgerüstet werden soll.

Ein einzelner standardfremder Empfänger mit unverändertem Weißpunkt kann auch nach Fig. 2 durch Vorschalten der Gruppe 4 vor den standardfremden Empfänger an denjenigen Standard angepasst werden, für den die Aufnahmeeinrichtung ausgerüstet ist.

Bei standardfremden Weißpunkt müssen allerdings in jedem Fall zur exakten Durchführung der Weißbalance auch die Matrixelemente /3 und /6 der Aufnahmeeinrichtung (Fig. 3) modifiziert werden, weshalb sie vorzugsweise regelbar ausgeführt werden.

Fig. 3 zeigt weiterhin Beispiele für eine modifizierte Gruppe 4 im Anschluß an eine für einen standardfremden Weißpunkt eingerichtete Aufnahmeeinrichtung oder einen Umstimmadapter (Elemente /7.../13) im Anschluß an eine Standardaufnahmeeinrichtung evtl. in Verbindung mit einer Transcodierungseinrichtung vor einer standardfremden Empfangseinrichtung zu verwenden.

Fig. 5 zeigt Beispiele für die Lage der Farbfernsehempfängergrundfarben und des Weißpunktes nach UER-Standard und ein davon abweichendes standardfremdes System in der Normfarbtafel.

Der Aufbau und die Funktionsweise einer erfindungsgemäß ausgeführten Übertragungsanordnung für die Farbwertsignale einer Farbfernsehkamera läßt sich auch mathematisch beschreiben, wobei die angegebenen Beziehungen grundsätzlich für beliebige Empfänger-Grundvalenzen und beliebigen Weißpunkt gelten.

Wie schon erwähnt, besteht die Übertragungseinrichtung aufnahmeseitig im wesentlichen aus drei bzw. vier Funktionsgruppen elektrischer Bauelemente, die von den Farbwertsignalen durchlaufen werden. Wenn man die Steuerkennlinien der Aufnahmeröhren sowie der verwendeten elektrischen Bauelemente der einzelnen Gruppen als auch die Verbindung der elektrischen Bauelemente innerhalb einer Gruppe und schließlich die Verbindung der Gruppen selbst als linear annimmt, dann lassen sich die Gruppen jeweils durch eine Matrix oder ein Matrixprodukt darstellen, deren Elemente einzeln oder im Zusammenwirken mit den Elementen anderer Matrizen die Regelgrößen einzelner oder mehrerer zusammengefasster elektrischer Bauelemente ausdrücken. Der Verbindung der Gruppen entspricht eine Ma-

trixverknüpfung bzw. ein Matrixprodukt.

Das Verstärken oder Schwächen der Farbwertsignale in bestimmten Verhältnissen zueinander, sowie das Verknüpfen dieser Signale miteinander, kann mathematisch durch die Multiplikation mit einer Matrix wiedergegeben werden, wie in nachstehender Gleichung als Beispiel gezeigt wird.

$$\begin{pmatrix} E'_R \\ E'_G \\ E'_B \end{pmatrix}_{X_N} = \Lambda_{X_N}^{-1} \cdot X \cdot M_J \cdot \Lambda_M \xrightarrow{W/B_0} M_J^{-1} \cdot \ddot{U}_{opt} \cdot \begin{pmatrix} E_R \\ E_G \\ E_B \end{pmatrix} \dots (1)$$

Die in dieser Gleichung auf der rechten Seite auftretende Kette aus je (3 x 3)-Matrizen überführt die primären Signale der Aufnahmeröhren E_R, E_G, E_B in die umgestimmten und farbwiedergaberichtigen Ausgangssignale E'_R, E'_G, E'_B der Aufnahmeeinrichtung. Die Funktionsweise der einzelnen Matrizen des Matrixproduktes besteht nun darin, daß zunächst die Optimierungsmatrix \ddot{U}_{opt} die primären Signale der Aufnahmeröhren

$$\begin{aligned} E_R &= \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\varphi}(\lambda) d\lambda \\ E_G &= \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\chi}(\lambda) d\lambda \\ E_B &= \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\psi}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \dots (2)$$

linear so miteinander verknüpft, daß sich am Ausgang dieser Matrix Farbwertsignale mit bestimmten Eigenschaften hinsichtlich einer Auswahl repräsentativer Körperfarben \dot{Z} mit dem spektralen Leuchtdichtefaktor (Remissionsgrad) $\beta_i(\lambda)$ unter der Aufnahmelichtart $S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda)$ ergeben. $S_{Ad}(\lambda)$ ist die spektrale Strahlungsverteilung der unmittelbar verwendeten Aufnahmelichtquelle, $\tau(\lambda)$ der spektrale Transmissionsgrad eines vor der Kamera verwendeten Farbkorrekturfilters (z.B. Konversionsfilters). Werden die am Ausgang der Matrix \ddot{U}_{opt} entstehenden Farbwertsignale als "elektrisch simulierte Normfarbwerte" der ausgewählten repräsentativen Körperfarben ("Testfarben" genannt) gedeutet,

so ist \bar{U}_{opt} gerade so bemessen, daß mit Ausnahme von Referenzweiß die mittleren quadratischen Abweichungen zwischen den elektrisch-simulierten Normfarbwerten der Testfarben (Istwerte) und den Normfarbwerten der gleichen Testfarben unter der Bezugslichtart (Sollwerte) ein Minimum werden. Die Farbwertsignale des mit der Aufnahmeleuchtart A beleuchteten Referenzweiß simulieren elektrisch nach Durchlaufen der Optimierungsmatrix \bar{U}_{opt} exakt (d.h. ohne jede Abweichung) die Normfarbwerte eines Referenzweiß unter der Bezugslichtart. Die am Ausgang der Matrix \bar{U}_{opt} entstehenden Farbwertsignale können also bis auf diese geringen Abweichungen als die Normfarbwerte der Testfarben unter der Bezugslichtart B angesehen werden.

Die Funktion des Matrixproduktes $M_J \cdot A_M \cdot N_{B0} \cdot M_J^{-1}$ ist nun die, die Normfarbwerte der Körperfarben unter der Bezugslichtart B entsprechend den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des Auges auf die Farbart des Weißpunktes des Farbfernseherschirms umzustimmen, d.h. in diejenigen Normfarbwerte von Körperfarben zu transformieren, die bei Farbstimmung auf den Weißpunkt des Farbfernsehgerätes im Auge denselben Farbeindruck hervorrufen, wie die genannten Körperfarben unter Bezugslichtart B. Hierzu werden zunächst die Farbwertsignale am Ausgang der Optimierungsmatrix durch eine Kehrmatrix M_J^{-1} so miteinander verknüpft, daß die resultierenden Farbwertsignale den Farbwerten der Körperfarben unter Bezugslichtart B in einem für die spezielle Umstimmung des Auges maßgeblichen Grundvalenzsystem entsprechen. Die nun folgende Matrix A_M ist eine sog. Diagonalmatrix, die die Normfarbwerte im Grundvalenzsystem lediglich je für sich in der Weise proportional verändert ohne sie untereinander zu verknüpfen, daß die Normfarbwerte für das Referenzweiß (Farbart der Bezugslichtart B) im Grundvalenzsystem die Koordinaten der Normfarbwerte des Weißpunktes des Farbfernseherschirms (D 65 nach UER-Norm) annehmen. Elektrisch ist diese dem von Kries'schen Koeffizientensatz entsprechende Maßnahme durch verschieden große Verstärkung der am Ausgang der Kehrmatrix entstehenden Zwischensignale zu erreichen. Diese Maßnahme läßt die an sich bekannte Farbwertbalance erfindungsgemäß an

einem Punkt angreifen, der den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des Auges entspricht und schafft daher erst die Voraussetzung für eine empfindungsgemäß richtige Farbwiedergabe. Die so entstehenden Zwischensignale können also als die umgestimmten Farbkoordinaten der mit Bezugslichtart B beleuchteten Körperfarben im Grundvalenzsystem beschrieben gedeutet werden. Um sie im Normvalenzsystem zu beschreiben, muß die Matrix dieser Koordinaten mit einer Matrix M_J in bekannter Weise multipliziert werden. Dem entspricht elektrisch wieder eine lineare Verknüpfung der am Ausgang der Diagonalmatrix entstandenen je Kanal in verschiedenem Maße verstärkten Zwischensignale, so daß am Ausgang des Matrixprodukts $M_J \cdot A_H W/B_0 \cdot M_J^{-1}$ Farbvertsignale entstehen, die als die Normfarbwerte der auf die Farbart (W) des Weißpunktes des Farbfernsehempfängers umgestimmten mit der Bezugslichtart beleuchteten Körperfarben gedeutet werden können. Um diese Farben farbwertrichtig am Farbfernsehschirm eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers erscheinen zu lassen, ist es lediglich notwendig, sie im System der Grundvalenzen des Farbfernsehempfängers zu beschreiben, und zwar so, daß die Koordinaten des Weißpunktes des Farbfernsehempfängers gleichgroß werden. Dies geschieht mathematisch durch eine Transformation der Normfarbwerte in die Farbwerte eines Systems mit den Grundvalenzen X des Farbfernsehempfängers als Primärvalenzen ^{d.h.} durch Linksmultiplikation der Matrix der Normfarbwerte mit der Matrix X^{-1} . Um sicher zu stellen, daß das Referenzweiß, das den Farbort des Weißpunktes des Farbfernsehempfängers einnimmt, dabei auch drei gleichgroße Farbwerte erhält, muß im allgemeinen Fall noch eine Mittelpunktstransformation durchgeführt werden, die die anschließende Diagonalmatrix besorgt. Elektrisch bedeutet dies nach der erfolgten Umstimmung zunächst eine der Matrix X^{-1} entsprechende lineare Verknüpfung der umgestimmten Farbvertsignale, welcher zum Schluß eine der Diagonalmatrix $A_{X,W}^{-1}$ entsprechende, verschieden große Verstärkung in den drei Ausgangskanälen der Matrix X^{-1} folgt.

Das Referenzweiß unter der Aufnahmelichtart A nimmt also nach Durchlaufen der Optimierungsmatrix \bar{U}_{opt} zunächst den Farbart der Bezugslichtart B, dann den der Lichtart(W) ein, den es bis zum Schluß beibehält. Auf diese Weise ist die Weißbalance stets sichergestellt.

Die Matrix X ist, wie bereits erklärt, die Matrix der reellen Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers im Normvalenzsystem.

$$X = \begin{pmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{pmatrix} \quad \dots(3)$$

Im Bereich der Gültigkeit der Empfehlungen der Union der Europäischen Rundfunkanstalten (UER) wäre für den Weißpunkt(W) die Farbart der Lichtart B 65 und für X

$$X_{UER} = \begin{pmatrix} 0,64 & 0,29 & 0,15 \\ 0,33 & 0,60 & 0,06 \\ 0,03 & 0,11 & 0,79 \end{pmatrix} \quad \dots(3a)$$

zu setzen.

Die in der Umstimmungsmatrix $U = M_J \cdot A_{H \frac{N/B_0}{1}} \cdot M_J^{-1}$ enthaltene Matrix M_J der für die Umstimmung von (B_0) nach (W) gültigen Grundvalenzen variiert streng genommen mit den sog. Umstimmungsfarbarten, die durch die Farbart (W) bzw. das Referenzweiß unter Bezugslichtart B gegeben sind. Man kann aber mit guter Näherung einheitlich für alle praktisch in Betracht kommenden Umstimmungsfarbarten die Grundvalenzen PDT nach Judd wählen, so daß

$$M_J = \begin{pmatrix} 0,747 & 1 & 0,180 \\ 0,253 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,820 \end{pmatrix} \quad \dots(4)$$

wird. Fig. 4 zeigt die entsprechenden Primärvalenzen PDT in der Normfarbtafel.

Die Optimierungsmatrix U_{opt} ergibt sich z.B. (Weg 1) aus einer $(3 \times n)$ -Matrix mit den Normfarbwerten der n ausgewählten repräsentativen Körperfarben i (Testfarben) unter der Bezugslichtart B als Elementen durch Rechtsmultiplikation mit der Halbinversen einer Matrix, die die gemessenen oder nach (1) berechneten Primärsignale E_R, E_G, E_B der drei Aufnahmeröhren als Elemente enthält. Hierbei sind die Normfarbwerte der verschiedenen Testfarben mit den gewünschten Gewichten p_i einzusetzen. Je höher das Gewicht, um so geringer ist die Abweichung zwischen den Soll- und Istwerten gegenüber den anderen Testfarben. Setzt man für das Referenzweiß $p = \infty$, so ist die erwähnte Abweichung gleich Null. Dies ist notwendig, um die Weißbalance ohne Störung der Minimalbedingung aufrecht zu erhalten.

Die mit Gl. (1) erfindungsgemäß durchgeführte Matrixierung der Aufnahmeeinrichtung führt zu einer um so exakteren Farbwiedergabe, je kleiner die mit der Optimierungsmatrix verbundenen Abweichungen zwischen Soll- und Istwerten sind. Dies geht aus folgender Überlegung hervor.

Werden einem exakt eingestellten Farbfernsehempfänger mit dem Weißpunkt D 65 und der Gradation 1 die Ausgangssignale E'_R, E'_G, E'_B der Farbfernsehaufnahmeeinrichtung nach Gl.(1) zugeführt, so lassen sich die Normfarbwerte der am Farbfernsehschirm erzeugten Farben durch die Beziehung

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = X \cdot A_{X,25} \cdot \begin{pmatrix} E'_R \\ E'_G \\ E'_B \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

- / -

beschreiben. Durch Einsetzen der für D 65 umgeschriebenen Gl.(1) in Gl.(5) ergibt sich dann die Beziehung

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = M_J \cdot \Lambda_{H \overset{\leftarrow}{D65/B_0}} \cdot M_J^{-1} \cdot \ddot{U}_{opt} \cdot \begin{pmatrix} E_R \\ E_G \\ E_B \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

Vergleicht man dies mit den Normfarbwerten (X, Y, Z) der Körperfarben unter der Bezugslichtart B nach Umstimmung auf D 65, so ist

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Soll} = M_J \cdot \Lambda_{H \overset{\leftarrow}{D65/B_0}} \cdot M_J^{-1} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots(7)$$

Die linken Seiten der Gl.(6) und (7) werden also nach diesem Verfahren um so besser miteinander übereinstimmen, d.h. die Farbwiedergabe wird um so besser sein, je besser das Produkt der Optimierungsmatrix \ddot{U}_{opt} und der Matrix der primären Signale der Aufnahmeröhren, die von den Testfarben unter der Aufnahmelichtart herrühren, mit der Matrix der Normfarbwerte der Testfarben unter der Bezugslichtart übereinstimmt.

Die erläuterte Optimierung der Matrix \ddot{U}_{opt} ist aber nur einer der möglichen Wege. Es kann auch so vorgegangen werden (Weg 2), daß z.B. die mittlere quadratische Abweichung

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix}_{Ist} - \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix}_{Soll} \right]^2 \quad \dots(8)$$

der Soll- und Ist-Normfarbwerte der übertragenen Testfarben an exakt eingestellten Farbfernsehempfänger ein Minimum wird oder die mittlere quadratische Abweichung der entsprechenden, in den CIE-UCS-Farbenraum

1964 (U^* , V^* , W^*) transformierten Normfarbwerte (Weg 3)

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\begin{pmatrix} U_i^* \\ V_i^* \\ W_i^* \end{pmatrix}_{Ist} - \begin{pmatrix} U_i^* \\ V_i^* \\ W_i^* \end{pmatrix}_{Soll} \right]^2 \quad \dots (9)$$

Auch andere Optimierungskriterien sind bekannt, die sich jedoch auf das spezielle Optimierungsergebnis um so weniger auswirken, je besser die Optimierung selbst ist.

Für die spezielle Berechnung der Matrix \bar{U}_{opt} wird man unter Einsatz von Computern vorzugsweise Weg 3 wählen, wobei zweckmäßigerweise das hier vereinfacht angesetzte mathematische Funktionsmodell der fernsehtechnischen Übertragung durch ein genaueres Modell ersetzt wird.

Wichtig ist, daß all diese Varianten nur auf die Optimierungsmatrix einen Einfluß haben, die übrigen Matrizen der Matrizenkette in Gl.(1) bleiben unberührt.

Wie sich mathematisch leicht nachweisen läßt, erübrigt sich eine Optimierung für mehr als 3 Testfarben (einschl. Referenzweiß) immer dann, wenn Aufnahme- und Bezugslichtart gleich sind und die spektralen Empfindlichkeitsfunktionen $\{\bar{\varphi}(\lambda), \bar{\chi}(\lambda), \bar{\psi}(\lambda)\}$ der Aufnahmeröhren lineare Kombinationen der Normspektralwertfunktionen $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ des Auges sind. Dann läßt sich nämlich $\bar{U}_{opt} = \bar{U}$ exakt bestimmen, denn es ist dann

$$\bar{U} \cdot \begin{pmatrix} \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\varphi}(\lambda) d\lambda \\ \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\chi}(\lambda) d\lambda \\ \int S_{Ad}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{\psi}(\lambda) d\lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \int S_B(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ \int S_B(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ \int S_B(\lambda) \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{pmatrix} \quad \dots (10)$$

exakt bestimmbar, wenn $S_B(\lambda) = S_{Ad}(\lambda) \cdot Z(\lambda)$ und

$$H \cdot \begin{pmatrix} \bar{\varphi}(\lambda) \\ \bar{x}(\lambda) \\ \bar{\psi}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(11)$$

ist, womit zugleich die linken Seiten der Gl. (6) und (7) gleich werden, was farbwiedergaberichtige Übertragung bedeutet. In diesem Fall ist $\bar{U} = H$, wie sich aus (10) und (11) unmittelbar ergibt. Es ist also zweckmäßig \bar{U}_{opt} dadurch vorzuoptimieren, daß die spektralen Empfindlichkeitsfunktionen der Aufnahmeöhren in an sich bekannter Weise so gewählt werden, daß sie lineare Kombinationen der Normspektralwertfunktionen des Auges sind. Außerdem sollten sie aus Gründen der technischen Realisierbarkeit nur positive Kurvenäste besitzen. Das ist immer dann der Fall, wenn die Elemente der Matrix H den Normfarbwertanteilen von Primärvalenzen verhältnismäßig sind, deren Farborte in der Farbtafel ein Dreieck bilden, das den Spektrallinienzug samt Purpurgerade einschließt (Fig. 4). Die erwähnte Voroptimierung besteht also in an sich bekannter Weise darin, daß die optisch-elektrischen Primärwandler der Aufnahmekamera in ihren drei Kanälen durch passende Wahl der spektralen Eigenschaften der Strahlungsteiler, zwischengeschalteter Filter, Spiegel usf., sowie der eigentlichen Aufnahmeöhren so optimiert werden, daß die für $S_{Ad}(\lambda) \cdot Z(\lambda) = S_B(\lambda)$ in gleicher Weise wie \bar{U}_{opt} nach Weg 1 ermittelte Optimierungsmatrix H_{opt} mit der Matrix der Primärsignale E_R, E_G, E_B rechts multipliziert von der Matrix der Normfarbwerte der Testfarben unter der Aufnahmelichtart im mittleren Fehlerquadrat die kleinsten Abweichungen zeigt. Es ergibt sich dann für das mathematische Modell der Aufnahmeeinrichtung anstelle der Gl. (1)

$$\begin{pmatrix} E_R' \\ E_G' \\ E_B' \end{pmatrix} = A_{XV}^{-1} \cdot X^{-1} \cdot M_J \cdot A_{H/H_0} \cdot M_J^{-1} \cdot [\bar{U}_{opt} \cdot H_{opt}^{-1}] \cdot M_{opt} \cdot \begin{pmatrix} E_R \\ E_G \\ E_B \end{pmatrix} \quad \dots(12)$$

Die Matrix H_{opt} kann in der Aufnahmeeinrichtung als selbständige Matrix realisiert werden. Dann muß, wie in Gl.(12) angegeben, ein aus \vec{U}_{opt} und H_{opt}^{-1} bestehendes Matrixprodukt folgen, ehe das Signal wie beschrieben zur Umstimmung weiter verarbeitet wird. In diesem Falle hat die weitere Optimierung des Produktes $[\vec{U}_{opt} \cdot H_{opt}^{-1}]$ nach Weg 1 bis 3 wie beschrieben zu erfolgen.

Die genannten Einzelmatrizen können technisch grundsätzlich unter Beibehaltung der Reihenfolge in beliebiger Weise, insbesondere auch zu einer einzigen Matrix zusammengefasst werden. Die Zusammenfassung geschieht jedoch vorzugsweise derart, daß zwischen regelbaren und nicht regelbaren und/oder von der Aufnahme- bzw. Bezugslichtart unabhängigen Gliedern unterschieden wird, damit die entsprechenden Glieder bei Wechsel von Aufnahme- bzw. Bezugslichtart nicht oder nur gemeinsam ausgetauscht oder ausgewechselt werden müssen.

Aus dem Zusammenwirken der Gl.(1) und Gl.(5) geht ohne weiteres hervor, daß die in Gl. (6) formulierte Wiedergabefarbe unverändert bleibt, wenn man die rechte Seite der Gl. (1) mit dem Matrixprodukt

$(\Lambda_{X',W}^{-1} \cdot X'^{-1} \cdot X \cdot \Lambda_{X,W})$ multipliziert und Gl.(5) jetzt

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = X' \cdot \Lambda_{X',W} \cdot \begin{pmatrix} E_R' \\ E_G' \\ E_B' \end{pmatrix}_{X',W} \quad \dots(5a)$$

lautet. Eine Farbfernsehaufnahmeeinrichtung kann demzufolge erfindungsgemäß dadurch einem anderen Primärvalenzstandard (X') der Grundfarben der Bildröhren angepasst werden, daß die Farbwertsignale noch zusätzlich das Matrixprodukt $\Lambda_{X',W}^{-1} \cdot X'^{-1} \cdot X \cdot \Lambda_{X,W}$ durchlaufen (Fig.2). Dies gilt bei festem Matrixbestandteil $\Lambda_{M,N/B_0}$ in Gl.(1) allerdings nur, wenn der Weißpunkt nach wie vor durch (W) gegeben ist. Wechselt auch der Weißpunkt, so muß $\Lambda_{M,N/B_0}$ durch $\Lambda_{M,W'/B_0}$ und $\Lambda_{X,W}^{-1}$ durch $\Lambda_{X,W'}^{-1}$ ersetzt werden (Fig.3/A2). In diesem Fall lautet mit Gl. (5b) die Zusatzmatrix erfindungsgemäß $\Lambda_{X',W'}^{-1} \cdot X'^{-1} \cdot X \cdot \Lambda_{X,W'}$ (Fig.3), wenn (W') die Farbart des Weißpunkts kennzeichnet, für den die neuen Standardgrundfarben gelten.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = X' \cdot A_{X',N'} \cdot \begin{pmatrix} E'_R \\ E'_G \\ E'_B \end{pmatrix}_{X',N'} \quad \dots(5b)$$

In ähnlicher Weise kann erfindungsgemäß eine Anpassung empfängerseitig oder in einer Zwischenstufe erfolgen, wenn die Bildröhre vom Standard abweichende Grundfarben hat. Es ist dann nur notwendig, daß die Farbwertsignale erst eine Gruppe elektrischer Schaltelemente durchlaufen, deren Funktion durch das mathematische Matrizenprodukt

$A_{X',N'}^{-1} \cdot X'^{-1} \cdot X \cdot A_{X,N}$ gegeben ist, bevor sie dem Empfänger mit den vom Standard abweichenden Grundfarben zugeführt werden (Fig. 2).

Hat sich die erforderliche Anpassung empfangsseitig nicht nur auf standardfremde Grundfarben der Bildröhre, sondern auch auf einen standardfremden Weißpunkt zu beziehen, so darf die Einbalancierung auf den neuen Weißpunkt nicht durch eine einfache Verstärkungsänderung in den Kanälen der Übertragungseinrichtung des Farbfernsehempfängers oder einer Zwischenstufe vorgenommen werden, sondern sie hat entsprechend den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des Auges erfindungsgemäß so zu erfolgen, daß diese wieder in einem für die spezielle Umstimmung des Auges maßgeblichen Grundvalenzsystem durchgeführt wird (Fig. 3).

Es wäre jetzt entsprechend den veränderten Verhältnissen anstelle von Gl.(7) zu fordern

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Soll} = M_J \cdot A_{H \leftarrow N'/B_0} \cdot M_J^{-1} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots(7a)$$

Wenn dann Gl.(5)

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = X' \cdot \Lambda_{X',W'} \cdot [\Lambda_{X',W'}^{-1} \cdot X'^{-1} \cdot M_J \cdot \Lambda_{H,N'/N} \cdot M_J^{-1} \cdot X \cdot \Lambda_{X,W}] \cdot \begin{pmatrix} E_R' \\ E_G' \\ E_B' \end{pmatrix}_{X,W} \dots (5c)$$

lautet, wird daraus mit Gl. (1)

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Ist} = M_J \cdot \Lambda_{H,N'/B_0} \cdot M_J^{-1} \cdot \ddot{U}_{opt} \cdot \begin{pmatrix} E_R \\ E_G \\ E_B \end{pmatrix} \dots (6a)$$

und es wird dieses Ergebnis mit der Forderung nach Gl. (7a), wie bereits für Standardempfänger erläutert, ebenso optimal übereinstimmen, wie Gl. (6) mit Gl.(7) für den Standardempfänger. Da im mathematischen Modell der Gl.(5c) das Matrixprodukt $X' \cdot \Lambda_{X',N'}$ die Funktion des mit standardfremden Primärvalenzen (X') ausgestatteten Farbfernsehschirmseinschließlich der auf einen standardfremden Weißpunkt(W') einbalancierten Verstärkungskanäle $\Lambda_{X',N'}$ simuliert, also den Empfänger in seiner ihm ausstattungsgemäß zugedachten Funktion vertritt, muß zur empfängerseitigen Anpassung der Übertragungseinrichtung seiner Diagonalmatrix $\Lambda_{X',W'}$ das Matrixprodukt

$$\underbrace{\Lambda_{X',W'}^{-1} \cdot X'^{-1}}_c \cdot \underbrace{M_J \cdot \Lambda_{H,N'/N}}_2 \cdot \underbrace{M_J^{-1} \cdot X \cdot \Lambda_{X,W}}_a$$

durch entsprechende elektrische Bauelemente in der durch Gl.(5c) gegebenen Reihenfolge als Umstimmadapter vorgeschaltet werden (Fig.3).

Eine beliebige Zusammenfassung der elektrischen Bauelemente unter Beibehaltung der mathematisch festgelegten funktionellen Reihenfolge ist möglich, insbesondere können, z.B. bei fester Vereinigung mit den elektrischen Schaltelementen des Farbfernsehempfängers elektrische Bauelemente, die in ihrer Funktion aufeinander folgenden Matrizen ent-

sprechen, durch die dem Matrizenprodukt entsprechenden elektrischen Schaltelemente ersetzt werden. Der Einheitsmatrix entspricht die unmittelbare elektrische Verbindung einander entsprechender Kanäle.

Es kann aber auch der genannte Umstimmadapter als letztes Glied der Aufnahmeeinrichtung, z.B. in einer Zwischenstufe, gegebenenfalls mit Transcodierungseinrichtung, eingesetzt werden, wenn Sendungen für den Empfangsbereich von Standard-1-Empfängern mit Standard-1-Primärvalenzen und Standard-1-Weißpunkt aufgenommen für den Empfangsbereich von Standard-2-Empfängern mit Standard-2-Primärvalenzen und Standard-2-Weißpunkt umgestimmt werden sollen. In diesen Fällen entfällt natürlich die erwähnte Gruppe 4 elektrischer Bauelemente.

- Patentansprüche -

409843/0593

Patentansprüche

1. Übertragungseinrichtung für die Farbwertsignale der Aufnahmeröhren einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung von der Kamera bis einschließlich zur Farbfernsehempfangseinrichtung mit Farbbildwiedergaberöhre mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln zum Anpassen der bei einer bestimmten Beleuchtungslichtart beim Aufnehmen einer Szene an den Aufnahmeröhren erzeugten Farbwertsignale an eine andere vorgegebene Lichtart, Bezugslichtart genannt, unter der die sonst unveränderte Szene dem Auge so erscheint, wie sie am Bildschirm der Farbfernsehempfangseinrichtung wiedergegeben werden soll, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungseinrichtung aufnahmeseitig im wesentlichen aus drei oder vier Gruppen entsprechender elektrischer Bauelemente besteht und die einzelnen Gruppen derart angeordnet und miteinander verbunden sind, daß die von der Gruppe 1 der elektrischen Bauelemente auf die Aufnahmelichtart, die Bezugslichtart, die spektralen Empfindlichkeiten der einzelnen Aufnahmeröhren und eine Auswahl repräsentativer Körperfarben abgestimmten, von der Gruppe 2 der elektrischen Bauelemente gemäß den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des menschlichen Auges vom Weißpunkt der Bezugslichtart auf den Weißpunkt eines Farbfernsehempfängers umgestimmten und von der Gruppe 3 oder den Gruppen 3 und 4 der elektrischen Bauelemente an das Grundfarbsystem eines Farbfernsehempfängers angepaßten und einer Weißbalance unterworfenen und schließlich den Ausgangskanälen der Aufnahmeeinrichtung zugeführten Farbwertsignale am exakt eingestellten Standard-Farbfernsehempfänger oder am standardfremden Farbfernsehempfänger oder

nach Durchlaufen eines aus entsprechenden elektrischen Bauelementen bestehenden Umstimmadapters am standardfremden Farbfernsehempfänger oder am durch entsprechende elektrische Bauelemente ergänzten standardfremden Farbfernsehempfänger ein Farbbild erzeugen, das hinsichtlich des Farbeindrucks, den ein Schirmbildbetrachter von der Übertragung der genannten Auswahl repräsentativer Körperfarben erhält, empfindungsgemäß optimal demjenigen Farbeindruck angeglichen ist, den das Auge bei direkter Betrachtung der gleichen Auswahl repräsentativer Körperfarben unter einer vorgegebenen Bezugslichtart erhält.

2. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der drei oder vier Gruppen elektrischer Bauelemente derart festgelegt ist, daß die primären Farbwertsignale der Aufnahmeröhren der Reihe nach die Gruppen 1 bis 3 oder 1 bis 4 durchlaufen.
3. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 elektrischer Bauelemente der Anzahl der Aufnahmeröhren entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die primären Farbwertsignale aller Aufnahmeröhren gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden, derart, daß die Farbwertsignale einer unter einer bestimmten Aufnahmelichtart aufgenommenen Auswahl repräsentativer Körperfarben nach Durchlaufen der Gruppe 1 und nach passender Normierung von den Normfarbwerten der gleichen Auswahl repräsentativer Körperfarben unter einer Lichtart, Bezugslichtart genannt, unter der sie dem Auge so erscheinen, wie sie das Auge eines Bildschirmbetrachters sehen soll, im quadratischen Mittel die geringsten Abweichungen zeigt, wobei die Abweichungen für Referenzweiß verschwinden.

4. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 elektrischer Bauelemente der Anzahl der Aufnahmeröhren entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die primären Farbwertsignale aller Aufnahmeröhren gemeinsam in bestimmten, durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale einer unter einer bestimmten Aufnahmelichtart aufgenommenen Auswahl repräsentativer Körperfarben nach Durchlaufen der gesamten Aufnahmeeinrichtung an einem exakt eingestellten Farbfernsehempfänger Wiedergabefarben dieser Körperfarben erzeugen, deren passend normierte Farbwerte im Normvalenzsystem oder einem gleichabständigen System von den entsprechenden Farbwerten der gleichen Auswahl repräsentativer Körperfarben unter der Bezugslichtart im quadratischen Mittel die geringsten Abweichungen zeigt, wobei die Abweichungen für Referenzweiß verschwinden.
5. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 elektrischer Bauelemente funktionsmäßig in zwei Untergruppen aufgegliedert wird, von denen die erste Untergruppe (1a) der Anzahl der Aufnahmeröhren entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die primären Farbwertsignale aller Aufnahmeröhren gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die spektralen Eigenschaften der Aufnahmeröhren, der Aufnahmelichtart und weiterer in den verschiedenen Kanälen befindlicher, von den jeweiligen Strahlengängen durchlaufener optischer Medien so aufeinander abgestimmt werden, daß die Farbwertsignale einer unter einer bestimmten Aufnahmelichtart aufgenommenen Auswahl repräsentativer Körperfarben nach Durchlaufen dieser Untergruppe 1a und nach passender Normierung von den Normfarbwerten der gleichen Auswahl repräsentativer

Körperfarben unter der Aufnahme­lichtart im quadratischen Mittel die geringsten Abweichungen zeigt, wobei die Abweichungen für Referenzweiß verschwinden und erst die nun folgende Untergruppe 1b die Funktion der Gruppe 1 übernimmt.

6. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß die Untergruppe 1a konstant für eine bestimmte mittlere Aufnahme­lichtart optimiert wird.
7. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 2 elektrischer Bauelemente der Anzahl der Aufnahme­röhren entsprechend mehrere Übertragungs­kanäle besitzt, denen jeweils die Farbwertsignale am Ausgang der Gruppe 1 oder der Gruppe 1b gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale an den Übertragungs­kanälen am Ausgang der Gruppe 2 nach passender Normierung mit den ihnen entsprechenden und passend normierten Farbwertsignalen am Eingang der Gruppe 2 durch eine Umstimmungstransformation verknüpft sind, wie sie dem Umstimmungsvorgang des menschlichen Auges bei der Umstimmung vom Referenzweiß unter der Bezugs­lichtart (B_0) auf den Weißpunkt (W) eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers entspricht.
8. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe 2 elektrischer Bauelemente mathematisch durch ein Matrizenprodukt dargestellt wird derart, daß die der Gruppe 1 oder 1b nächstgelegene Matrix die Kehrmatrix einer Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen derjenigen physiologisch-optischen Primärvalenzen des Auges verhältnisgleich sind, die bei der Umstimmung vom Referenzweiß unter der Bezugs­lichtart (B_0) auf den

Weißpunkt (W) eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers physiologisch-optisch wirksam sind, während die nächst durchlaufene Matrix eine Diagonalmatrix ist, die an den Farbwertsignalen am Ausgang der Kehrmatrix durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade eine elektrische Balance in dem Sinne durchführt, daß die jeweils passend normierten Farbwertsignale für das Referenzweiß, die am Eingang der Diagonalmatrix den Farbwerten im physiologisch-optischen Primärvalenzsystem für das Referenzweiß unter der Bezugslichtart (B_0) entsprechen, am Ausgang der Diagonalmatrix nunmehr den Farbwerten im physiologisch-optischen Primärvalenzsystem des Weißpunktes (W) eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers entsprechen und die anschließend zuletzt durchlaufene Matrix eine Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen derjenigen physiologisch-optischen Primärvalenzen verhältnisgleich sind, die bei Umstimmung vom Referenzweiß unter der Bezugslichtart (B_0) auf den Weißpunkt eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers (W) physiologisch-optisch wirksam sind, also - bis auf eine Konstante - die Kehrmatrix der in Gruppe 2 zuerst durchlaufenen Matrix ist.

9. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 7 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß als Matrix, deren Elemente den Normfarbwertanteilen der physiologisch-optischen Primärvalenzen des Auges bei der Umstimmung von Referenzweiß unter der Bezugslichtart (B_0) auf den Weißpunkt eines exakt eingestellten Farbfernsehempfängers (W) verhältnisgleich sind, vorzugsweise die Matrix M_7

$$M_7 = \begin{pmatrix} x_p & x_D & x_T \\ y_p & y_D & y_T \\ z_p & z_D & z_T \end{pmatrix} \cdot A_c = \begin{pmatrix} 0,747 & 1 & 0,180 \\ 0,253 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,820 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix}$$

409843/0593

mit den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen PDT nach Judd verwendet wird, wobei über Λ_c mit den Konstanten c_1, \dots, c_3 entsprechend den elektrischen Gegebenheiten frei verfügt werden kann.

10. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 7 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß als Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Balance vorzugsweise die Matrix

$$\Lambda_{M, N/B_0} = \left(\begin{array}{c|c|c|c} \begin{array}{|c|} \hline x_N \ x_D \ x_T \\ \hline y_N \ y_D \ y_T \\ \hline z_N \ z_D \ z_T \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_D \ x_N \ x_T \\ \hline y_D \ y_N \ y_T \\ \hline z_D \ z_N \ z_T \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_T \ x_D \ x_N \\ \hline y_T \ y_D \ y_N \\ \hline z_T \ z_D \ z_N \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_B \ x_D \ x_T \\ \hline y_B \ y_D \ y_T \\ \hline z_B \ z_D \ z_T \\ \hline \end{array} \\ \hline \begin{array}{|c|} \hline x_D \ x_N \ x_T \\ \hline y_D \ y_N \ y_T \\ \hline z_D \ z_N \ z_T \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_T \ x_B \ x_T \\ \hline y_T \ y_B \ y_T \\ \hline z_T \ z_B \ z_T \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_D \ x_D \ x_N \\ \hline y_D \ y_D \ y_N \\ \hline z_D \ z_D \ z_N \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline x_B \ x_D \ x_B \\ \hline y_B \ y_D \ y_B \\ \hline z_B \ z_D \ z_B \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \right) \cdot \Lambda_c'$$

$$= \left(\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{|c|} \hline x_N \ 1 \ 0,180 \\ \hline y_N \ 0 \ 0 \\ \hline z_N \ 0 \ 0,820 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline 0,747 \ x_N \ 0,180 \\ \hline 0,253 \ y_N \ 0 \\ \hline 0 \ z_N \ 0,820 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline 0,747 \ 1 \ x_N \\ \hline 0,253 \ 0 \ y_N \\ \hline 0 \ 0 \ z_N \\ \hline \end{array} \\ \hline \begin{array}{|c|} \hline x_B \ 1 \ 0,180 \\ \hline y_B \ 0 \ 0 \\ \hline z_B \ 0 \ 0,820 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline 0,747 \ x_B \ 0,180 \\ \hline 0,253 \ y_B \ 0 \\ \hline 0 \ z_B \ 0,820 \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline 0,747 \ 1 \ x_B \\ \hline 0,253 \ 0 \ y_B \\ \hline 0 \ 0 \ z_B \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \right) \cdot \begin{pmatrix} c_1' \\ c_2' \\ c_3' \end{pmatrix}$$

409843/0593

verwendet wird, wobei die Kehrmatrix der Diagonalmatrix A_C' bis auf eine Konstante gleich dem mathematischen Links-Rechts-Produkt der ersten und letzten Matrix der Gruppe 2 sein muß.

11. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 9 und 10 dadurch gekennzeichnet, daß bei Einstellung von Farbfernsehempfängern auf D 65 als Weißpunkt als Diagonalmatrix vorzugsweise die Matrix

$$A_{M, Y_{65}/B_0} = \left(\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{ccc} Y_{D65} & 1 & 0,180 \\ Y_{D65} & 0 & 0 \\ Z_{D65} & 0 & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} X_B & 1 & 0,180 \\ Y_B & 0 & 0 \\ Z_B & 0 & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 & X_{D65} & 0,180 \\ 0,253 & Y_{D65} & 0 \\ 0 & Z_{D65} & 0,820 \end{array} \\ \hline & \begin{array}{ccc} 0,747 & X_B & 0,180 \\ 0,253 & Y_B & 0 \\ 0 & Z_B & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 & 1 & X_{D65} \\ 0,253 & 0 & Y_{D65} \\ 0 & 0 & Z_{D65} \end{array} \\ \hline & & \begin{array}{ccc} 0,747 & 1 & X_B \\ 0,253 & 0 & Y_B \\ 0 & 0 & Z_B \end{array} \end{array} \right) \cdot A_{C''}$$

$$= \left(\begin{array}{c} \frac{0,3127}{Y_B} \\ \frac{0,2497}{-0,3387 X_B + Y_B + 0,0743 Z_B} \\ \frac{0,3583}{Z_B} \end{array} \right) \cdot \begin{pmatrix} c_1'' \\ c_2'' \\ c_3'' \end{pmatrix}$$

verwendet wird, wobei die Kehrmatrix der Diagonalmatrix A_C'' bis auf eine Konstante gleich dem mathematischen Links-Rechts-Produkt der ersten und letzten Matrix der Gruppe 2 sein muß.

12. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 7 bis 11 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 2 elektrischer Bauelemente als eine einzige elektrische Matrix ausgeführt wird.
13. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 8, 10 und 11 dadurch gekennzeichnet, daß die Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Balance als variables Regelglied zur Anpassung an das Referenzweiß unter der Bezugslichtart (B_0) und an den Weißpunkt (W) ausgeführt wird.
14. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 7 bis 11 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 2 elektrischer Bauelemente als eine einzige Regelmatrix ausgeführt wird.
15. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 14 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 3 elektrischer Bauelemente der Anzahl der Aufnahmeröhren entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die Farbwertsignale am Ausgang der Gruppe 2 gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale an den Übertragungskanälen am Ausgang der Gruppe 3 nach passender Normierung den Farbwerten in einem Grundvalenzsystem entsprechen, in dem die Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers als Grundvalenzen so normiert sind, daß die Koordinaten des Weißpunktes drei gleichgroße Farbwerte erhalten.
16. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe 3 elektrischer

Bauelemente mathematisch durch ein Matrizenprodukt dargestellt wird derart, daß die der Gruppe 2 nächstgelegene Matrix die Kehrmatrix einer Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers verhältnismäßig sind, während die folgende Matrix eine Diagonalmatrix ist, die an den Farbwertsignalen am Ausgang der Kehrmatrix durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade die endgültige Weißbalance in dem Sinne durchführt, daß die Farbwertsignale für das Referenzweiß am Ausgang der Diagonalmatrix bzw. der Gruppe 3 gleichgroß sind.

17. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15 und 16 dadurch gekennzeichnet, daß als Matrix, deren Elemente den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen der Farbfernsehempfänger verhältnismäßig sind, vorzugsweise die Matrix

$$X_{UER} = \begin{pmatrix} x_r & x_g & x_b \\ y_r & y_g & y_b \\ z_r & z_g & z_b \end{pmatrix} \cdot \Lambda_{K_1} = \begin{pmatrix} 0,64 & 0,29 & 0,15 \\ 0,33 & 0,60 & 0,06 \\ 0,03 & 0,11 & 0,79 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} k_{11} \\ k_{12} \\ k_{13} \end{pmatrix}$$

mit den Normfarbwertanteilen der von der UER empfohlenen Empfängerprimärvalenzen verwendet wird, wobei über die Diagonalmatrix Λ_{K_1} mit den Konstanten $k_{11} \dots k_{13}$ entsprechend den elektrischen Gegebenheiten frei verfügt werden kann.

18. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15, 16 und 17 dadurch gekennzeichnet, daß als Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Weißbalance vorzugsweise die Matrix

$$A_{x,w}^{-1} = \left(\begin{array}{c} \left| \begin{array}{ccc} x_w & x_g & x_b \\ y_w & y_g & y_b \\ z_w & z_g & z_b \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_r & x_w & x_b \\ y_r & y_w & y_b \\ z_r & z_w & z_b \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_r & x_g & x_w \\ y_r & y_g & y_w \\ z_r & z_g & z_w \end{array} \right|^{-1} \end{array} \right) \cdot A_{k_2}$$

$$= \left(\begin{array}{c} \left| \begin{array}{ccc} x_w & 0,29 & 0,15 \\ y_w & 0,60 & 0,06 \\ z_w & 0,11 & 0,79 \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} 0,64 & x_w & 0,15 \\ 0,33 & y_w & 0,06 \\ 0,03 & z_w & 0,79 \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} 0,64 & 0,29 & x_w \\ 0,33 & 0,60 & y_w \\ 0,03 & 0,11 & z_w \end{array} \right|^{-1} \end{array} \right) \cdot \begin{pmatrix} k_{21} \\ k_{22} \\ k_{23} \end{pmatrix}$$

verwendet wird, wobei über die Diagonalmatrix A_{k_2} mit den Konstanten $k_{21} \dots k_{23}$ nur insoweit frei verfügt werden kann, als die Bedingung $A_{k_1}^{-1} \cdot A_{k_2} = \text{const}$ erfüllt sein muß.

19. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15, 16 und 17 dadurch gekennzeichnet, daß bei Einstellung des Farbfernsehempfängers auf die Farbart D 65 als Weißpunkt die Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Weißbalance vorzugsweise den Wert

$$A_{x,D65}^{-1} = \left(\begin{array}{c} \left| \begin{array}{ccc} x_{D65} & x_g & x_b \\ y_{D65} & y_g & y_b \\ z_{D65} & z_g & z_b \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_r & x_{D65} & x_b \\ y_r & y_{D65} & y_b \\ z_r & z_{D65} & z_b \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_r & x_g & x_{D65} \\ y_r & y_g & y_{D65} \\ z_r & z_g & z_{D65} \end{array} \right|^{-1} \end{array} \right) \cdot A_{k_3}$$

mit
$$\Lambda_{k_3} = \begin{pmatrix} k_{31} & & \\ & k_{32} & \\ & & k_{33} \end{pmatrix}$$

annimmt, wobei über die Diagonalmatrix Λ_{k_3} nur insoweit frei verfügt werden kann, als die Bedingung $\Lambda_{k_1}^{-1} \cdot \Lambda_{k_3} = \text{const}$ erfüllt sein muß.

20. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15...17 und 19 dadurch gekennzeichnet, daß bei Einstellung eines Empfängers mit UER-Primärvalenzen auf D 65 als Weißpunkt die Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Weißbalance vorzugsweise den Wert

$$\Lambda_{X_{UER,D65}}^{-1} = \begin{pmatrix} \begin{vmatrix} X_{D65} & 0,29 & 0,15 \\ Y_{D65} & 0,60 & 0,06 \\ Z_{D65} & 0,11 & 0,79 \end{vmatrix}^{-1} & \begin{vmatrix} 0,64 & X_{D65} & 0,15 \\ 0,33 & Y_{D65} & 0,06 \\ 0,03 & Z_{D65} & 0,79 \end{vmatrix}^{-1} & \begin{vmatrix} 0,64 & 0,29 & X_{D65} \\ 0,33 & 0,60 & Y_{D65} \\ 0,03 & 0,11 & Z_{D65} \end{vmatrix}^{-1} \end{pmatrix} \cdot \Lambda_{k_4}$$

$$= \begin{pmatrix} 31,9632 & & \\ & 11,3735 & \\ & & 9,9784 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} k_{41} & & \\ & k_{42} & \\ & & k_{43} \end{pmatrix}$$

annimmt, wobei über die Diagonalmatrix A_{k_4} mit den Konstanten $k_{41} \dots k_{43}$ nur insoweit frei verfügt werden kann, als die Bedingung $A_{k_1} A_{k_4} = \text{const}$ erfüllt sein muß.

21. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 15 bis 20 dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixprodukt der Gruppe 3 elektrischer Bauelemente durch eine einzige elektrische Matrix, die mathematische Produktmatrix, realisiert wird.
22. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 21 dadurch gekennzeichnet, daß eine an einen bestimmten Standard- empfänger (Standard-1-Empfänger) angepasste Aufnahme- einrichtung durch Nachschalten einer 4. Gruppe elektrischer Bauelemente an einen anderen Standardempfänger (Standard-2-Empfänger) mit unterschiedlichen Primärvalenzen, jedoch gleichem Weißpunkt angepasst wird.
23. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe 4 elektrischer Bauelemente mathematisch durch ein Matrixprodukt aus 4 Matrizen dargestellt wird derart, daß die der Gruppe 3 nächstfolgende Matrix eine Diagonalmatrix ist, die die am Schluß der Gruppe 3 durchgeführte Weißbalance durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade wieder aufhebt, und zwar so, daß die Farbvorzeichenanteile des Referenzweiß am Ausgang der Diagonalmatrix nach geeigneter Normierung den Farbwerten des Weißpunktes des Standard-1-Empfängers im Primärvalenzsystem des Standard-1-Empfängers mit dem Normfarb- vorzeichenanteil der Grundfarben verhältnismäßig gleichem Primärvalenz- system entsprechen, die darauffolgende 2. elektrische Matrix bis auf eine Konstante eine Matrix ist, deren mathematische Elemente die Norm- farbwerte der Primärvalenzen des gleichen Primärvalenzsystems des Standard-1-Empfängers sind, die dann folgende 3. elektrische Matrix bis auf eine Konstante eine Komatrix ist, deren mathematische Elemente den Normfarbwerten der Primärvalenzen des Standard-2- Empfängers verhältnismäßig gleich sind, während die 4. und letzte elektrische Matrix 409843/0593

der Gruppe 4 wieder eine Diagonalmatrix ist, die durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade nunmehr die endgültige Weißbalance in dem Sinne durchführt, daß die Farbwertsignale für das Referenzweiß am Ausgang dieser Matrix bzw. der Gruppe 4 gleichgroß sind.

24. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1...23 dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung der Gruppe 4 elektrischer Bauelemente die Diagonalmatrix in Gruppe 2 und diejenige am Ende der Gruppe 3 auf den neuen Weißpunkt(W') des Standard-2-Empfängers abgestimmt wird, wenn dieser vom Weißpunkt(W) des Standard-1-Empfängers abweicht.
25. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 bis 3 elektrischer Bauelemente oder die Gruppe 1 bis 4 elektrischer Bauelemente in beliebiger Weise, jedoch unter Beibehaltung der mathematischen Reihenfolge, insbesondere auch zu einer einzigen Matrix zusammengefaßt werden.
26. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 bis 3 elektrischer Bauelemente oder die Gruppe 1 bis 4 elektrischer Bauelemente in beliebiger Weise, jedoch unter Beibehaltung der mathematischen Reihenfolge so zusammengefaßt werden, daß beim Wechsel von Aufnahme- und Bezugslichtart oder anderer Größen, an die die Aufnahmeeinrichtung angepaßt ist, möglichst wenig Glieder ausgewechselt oder ausgetauscht werden müssen.
27. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe 1 bis 3 elektrischer Bauelemente oder die Gruppe 1 bis 4 elektrischer Bauelemente in beliebiger Weise, jedoch unter Beibehaltung der mathematischen Reihenfolge und unter Beachtung der gegebenen freien Wählbarkeit der Diagonalmatrizen A_c, A_c', A_c'' und $A_{\bar{c}_i}$ so zusammengefaßt werden,

409843/0593

daß die durch die Matrizierung eintretende Verringerung der elektrischen Bandbreite möglichst gering ist.

28. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahmeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 24 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppen 1 bis 3 elektrischer Bauelemente oder die Gruppe 1 bis 4 elektrischer Bauelemente in beliebiger Weise, jedoch unter sinngemäßer Beibehaltung der mathematischen Zusammenhänge so zusammengefaßt oder zusätzlich verschaltet werden, daß grundsätzlich, insbesondere aber beim Wechsel von Aufnahme- und Bezugslichtart oder anderer Größen, an die die Aufnahmeeinrichtung angepaßt ist, unter Beachtung der gegebenen freien Wählbarkeit der Diagonalmatrizen A_c, A_c', A_c'' und A_{R_i} ein Optimum zwischen elektrischem Aufwand und Bandbreiteverlust bzw. Wiedergabequalität erreicht wird.
29. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 28 dadurch gekennzeichnet, daß eine Anpassung an standardfremde Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers nicht aufnahmeseitig, sondern empfängerseitig oder in einer Zwischenstufe vorgenommen wird.
30. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 29 dadurch gekennzeichnet, daß die zur farbwiedergabegerechten Anpassung an standardfremde Primärvalenzen des Farbfernsehempfängers mit standardfremdem Weißpunkt notwendige Korrektur dadurch bewirkt wird, daß die zur Farbübertragung bestimmten Farbwertsignale, bevor sie der standardfremden Empfangseinrichtung zugeführt werden, einen im wesentlichen aus 3 Gruppen entsprechender elektrischer Bauelemente bestehenden Umstimmadapter durchlaufen, in welchem die einzelnen Gruppen derart angeordnet und miteinander verbunden sind, daß die an die Standard-1-Primärvalenzen und den Standard-1-Weißpunkt angepaßten Farbwertsignale der Aufnahmeeinrichtung und von der Gruppe a elektrischer Bauelemente des Umstimmadapters wieder in den Normfarbwerten entsprechende Farbwertsignale verwandeln, von der Gruppe b der elektrischen Bauelemente des Um-

stimmadapters gemäß den physiologisch-optischen Umstimmungseigenschaften des menschlichen Auges vom Weißpunkt des Standard-1-Empfängers auf den Weißpunkt des Standard-2-Empfängers umgestimmt und von der Gruppe c elektrischer Bauelemente des Umstimmadapters an das Grundfarbsystem des Standard-2-Empfängers angepaßt und einer korrigierten Weißbalance unterworfenen Farbwertsignale im Standard-2-Empfänger ein Farbbild erzeugen, das hinsichtlich des Farbeindrucks, den der auf den Weißpunkt des Standard-2-Empfängers eingestimmte Schirmbildbetrachter von der Übertragung am Standard-2-Empfänger erhält, mit demjenigen Farbeindruck übereinstimmt, den der auf den Weißpunkt des Standard-1-Empfängers eingestimmte Schirmbildbetrachter von einem Schirmbild erhält, das bei nicht zwischengeschaltetem Umstimmadapter von einem Standard-1-Empfänger erzeugt wird und ebenso farbwiedergabeoptimal ist wie dieses.

31. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 30 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe a elektrischer Bauelemente der Anzahl der Farbkanäle entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die Farbwertsignale der Farbkanäle der Aufnahmeeinrichtung gemeinsam in bestimmten, durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale nach Durchlaufen der Gruppe a und nach passender Normierung den Normfarbwerten der wiederzugebenden Objekte unter der Bezugslichtart entsprechend der Funktionsweise der Aufnahmeeinrichtung optimal entsprechen.
32. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 31 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe a elektrischer Bauelemente mathematisch durch ein Matrizenprodukt dargestellt wird derart, daß die von den Farbwertsignalen am Eingang zuerst durchlaufene Matrix eine Diagonalmatrix ist, die an den dem Umstimmadapter zugeführten Farbwertsignalen durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade, die für das Referenzweiß bestehende elektrische Balance in dem Sinne wieder aufhebt, daß die passend normierten Farbwertsignale für das Referenzweiß am

Ausgang der Diagonalmatrix nunmehr den Farbwerten des Standard-1-Weißpunktes im Primärvalenzsystem des Standard-1-Empfängers mit den Normfarbwertanteilen der Grundfarben verhältnismäßig Primärvalenzen entsprechen und die anschließend durchlaufene Matrix bis auf eine Konstante als mathematische Elemente die gleichen Primärvalenzen des Standard-1-Empfängers enthält, so daß die passend normierten Farbwertsignale für den Standard-1-Weißpunkt jetzt seinen Normfarbwerten entsprechen.

33. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 32 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe b elektrischer Bauelemente der Anzahl der Farbkanäle entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die Farbwertsignale am Ausgang der Gruppe a gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale an den Übertragungskanälen am Ausgang der Gruppe b nach passender Normierung mit den ihnen entsprechenden und passend normierten Farbwertsignalen am Eingang der Gruppe b durch eine Umstimmungstransformation verknüpft sind, wie sie dem Umstimmungsvorgang des menschlichen Auges bei der Umstimmung vom Standard-1-Weißpunkt auf den Standard-2-Weißpunkt entspricht.

34. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 33 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe b elektrischer Bauelemente mathematisch durch ein Matrixprodukt dargestellt wird derart, daß die der Gruppe a nächstgelegene Matrix die Kehrmatrix einer Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen derjenigen physiologisch-optischen Primärvalenzen des Auges verhältnismäßig sind, die bei der Umstimmung vom Standard-1-Weißpunkt auf den Standard-2-Weißpunkt physiologisch-optisch wirksam sind, während die nächstdurchlaufene Matrix eine Diagonalmatrix ist, die an den Farbwertsignalen am Ausgang der Kehrmatrix durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade eine elektrische Balance in dem Sinne durchführt, daß die jeweiligen passend normierten Farbwertsignale für das Referenzweiß,

die am Eingang der Diagonalmatrix den Farbwerten im physiologisch-optischen Primärvalenzsystem für den Standard-1-Weißpunkt entsprechen, am Ausgang der Diagonalmatrix nunmehr den Farbwerten im physiologisch-optischen Primärvalenzsystem für den Standard-2-Weißpunkt entsprechen und die anschließend zuletzt durchlaufene Matrix eine Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen derjenigen physiologisch-optischen Primärvalenzen verhältnismäßig sind, die bei Umstimmung vom Standard-1-Weißpunkt auf den Weißpunkt des Standard-2-Empfängers physiologisch-optisch wirksam sind, also bis auf eine Konstante die Kehrmatrix der in Gruppe b zuerst durchlaufenen Matrix ist.

35. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 30 bis 34 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe c elektrischer Bauelemente der Anzahl der Farbkanäle entsprechend mehrere Übertragungskanäle besitzt, denen jeweils die Farbwertsignale am Ausgang der Gruppe b gemeinsam in bestimmten durch die elektrischen Bauelemente festgelegten Anteilen zugeführt werden derart, daß die Farbwertsignale an den Übertragungskanälen am Ausgang der Gruppe c nach passender Normierung den Farbwerten in einem Grundvalenzsystem entsprechen, in dem die Primärvalenzen des Standard-2-Empfängers als Grundvalenzen so normiert sind, daß die Koordinaten des Weißpunktes drei gleichgroße Farbwerte erhalten.
36. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 35 dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Gruppe c elektrischer Bauelemente mathematisch durch ein Matrizenprodukt dargestellt wird derart, daß die der Gruppe b nächstgelegene Matrix die Kehrmatrix einer Matrix darstellt, deren mathematische Elemente den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen eines Standard-2-Empfängers verhältnismäßig sind, während die folgende Matrix eine Diagonalmatrix ist, die an den Farbwertsignalen am Ausgang der Kehrmatrix durch Anwendung verschiedener Verstärkungsgrade die endgültige Weißbalance in dem Sinne durchführt, daß die Farbwertsignale für das Referenzweiß am Ausgang der Diagonalmatrix bzw. der Gruppe c gleich-

groß sind.

37. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 31 und 32 dadurch gekennzeichnet, daß als Diagonalmatrix zur Aufhebung der elektrischen Weißbalance vorzugsweise die Matrix

$$A_{X,N} = \begin{pmatrix} \begin{vmatrix} x_W & x_g & x_b \\ y_W & y_g & y_b \\ z_W & z_g & z_b \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} x_r & x_W & x_b \\ y_r & y_W & y_b \\ z_r & z_W & z_b \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} x_r & x_g & x_W \\ y_r & y_g & y_W \\ z_r & z_g & z_W \end{vmatrix} \end{pmatrix} A_{d_1}$$

verwendet wird, wobei über die Diagonalmatrix $A_{d_1} = (d_{11} d_{12} d_{13})$ mit den Konstanten $d_{12} \dots d_{15}$ entsprechend den elektrischen Gegebenheiten frei verfügt werden kann.

38. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 31, 32 und 37 dadurch gekennzeichnet, daß als Matrix,

deren Elemente den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen des Standard-1-Empfängers verhältnisgleich sind, vorzugsweise die Matrix

$$X = \begin{pmatrix} x_r & x_g & x_b \\ y_r & y_g & y_b \\ z_r & z_g & z_b \end{pmatrix} \cdot \Lambda_{d_2}^{-1}$$

verwendet wird, wobei über die Diagonalmatrix $\Lambda_{d_2} = \begin{pmatrix} d_{21} & d_{22} & d_{23} \end{pmatrix}$ mit den Konstanten $d_{21} \dots d_{23}$ entsprechend den elektrischen Gegebenheiten nur insoweit frei verfügt werden kann, als die Bedingung $\Lambda_{d_1} \cdot \Lambda_{d_2}^{-1} = \text{const.}$ erfüllt sein muß.

39. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 33 und 34 dadurch gekennzeichnet, daß als Matrix, deren Elemente den Normfarbwertanteilen der physiologisch-optischen Primärvalenzen des Auges bei der Umstimmung vom Standard-1-Weißpunkt auf den Standard-2-Weißpunkt verhältnisgleich sind, vorzugsweise die Matrix M_J

$$\begin{aligned} M_J &= \begin{pmatrix} x_p & x_D & x_r \\ y_p & y_D & y_r \\ z_p & z_D & z_r \end{pmatrix} \cdot \Lambda_c \\ &= \begin{pmatrix} 0,747 & 1 & 0,180 \\ 0,253 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,820 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

mit den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen PDT nach Judd verwendet wird, wobei über Λ_c mit den Konstanten c_1, \dots, c_3 entsprechend den elektrischen Gegebenheiten frei verfügt werden kann.

40. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabe-einrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 33, 34 und 39 dadurch gekennzeichnet, daß als Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Balance vorzugsweise die Matrix

$$\Lambda_{M'W/N} = \left(\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{ccc} x_{N'} & 1 & 0,180 \\ y_{N'} & 0 & 0 \\ z_{N'} & 0 & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 x_{N'} & 0,180 \\ 0,253 y_{N'} & 0 \\ 0 & z_{N'} & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 & 1 & x_{N'} \\ 0,253 & 0 & y_{N'} \\ 0 & 0 & z_{N'} \end{array} \\ \hline \begin{array}{ccc} x_N & 1 & 0,180 \\ y_N & 0 & 0 \\ z_N & 0 & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 x_N & 0,180 \\ 0,253 y_N & 0 \\ 0 & z_N & 0,820 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0,747 & 1 & x_N \\ 0,253 & 0 & y_N \\ 0 & 0 & z_N \end{array} \end{array} \right) \cdot \Lambda_c'$$

$$= \left(\begin{array}{c} \frac{y_{N'}}{y_N} \\ \frac{-0,3387 x_{N'} + y_{N'} + 0,0743 z_{N'}}{-0,3387 x_N + y_N + 0,0743 z_N} \\ \frac{z_{N'}}{z_N} \end{array} \right) \cdot \left(\begin{array}{c} c_1' \\ c_2' \\ c_3' \end{array} \right)$$

409843/0593

verwendet wird, wobei die Kehrmatrix der Diagonalmatrix $\Lambda_{C'}$ bis auf eine Konstante gleich dem mathematischen Links-Rechts-Produkt der ersten und letzten Matrix der Gruppe b sein muß.

41. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 35 und 36 dadurch gekennzeichnet, daß als Matrix, deren Elemente den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen des Standard-2-Empfängers verhältnismäßig sind, vorzugsweise die Matrix X'

$$X' = \begin{pmatrix} x_r' & x_g' & x_b' \\ y_r' & y_g' & y_b' \\ z_r' & z_g' & z_b' \end{pmatrix} \cdot \Lambda_{L_1}$$

mit den Normfarbwertanteilen der Primärvalenzen des Standard-2-Empfängers verwendet wird, wobei über die Diagonalmatrix

$\Lambda_{L_1} = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} \end{pmatrix}$ mit den Konstanten $l_{11} \dots l_{13}$ entsprechend den elektrischen Gegebenheiten frei verfügt werden kann.

42. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 35, 36 und 41 dadurch gekennzeichnet, daß die Diagonalmatrix zur Durchführung der elektrischen Weißbalance vorzugsweise den Wert

$$\Lambda_{X',W'}^{-1} = \left(\begin{array}{c} \left| \begin{array}{ccc} x_{W'} & x_{g'} & x_{b'} \\ y_{W'} & y_{g'} & y_{b'} \\ z_{W'} & z_{g'} & z_{b'} \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_{r'} & x_{W'} & x_{b'} \\ y_{r'} & y_{W'} & y_{b'} \\ z_{r'} & z_{W'} & z_{b'} \end{array} \right|^{-1} \\ \left| \begin{array}{ccc} x_{r'} & x_{g'} & x_{W'} \\ y_{r'} & y_{g'} & y_{W'} \\ z_{r'} & z_{g'} & z_{W'} \end{array} \right|^{-1} \end{array} \right) \cdot \Lambda_{\ell_2}$$

annimmt, wobei über die Diagonalmatrix $\Lambda_{\ell_2} = (\ell_{21} \ell_{22} \ell_{23})$ mit den Konstanten $\ell_{21} \dots \ell_{23}$ nur insoweit frei verfügt werden kann, als die Bedingung $\Lambda_{\ell_1}^{-1} \cdot \Lambda_{\ell_2} = \text{const.}$ erfüllt sein muß.

43. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 30 bis 42 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe b elektrischer Bauelemente entfallen und die sinngemäß auf den Weißpunkt des Standard-1-Empfängers abgestellte Gruppe c unmittelbar auf die Gruppe a folgen kann, wenn der Standard-2-Empfänger für den gleichen Weißpunkt ausgelegt ist wie der Standard-1-Empfänger.

44. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 30 bis 42 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe c elektrischer Bauelemente sinngemäß auf die Primärvalenzen des Standard-1-Empfängers abgestellt wird, wenn Standard-1- und Standard-2-Empfänger sich nur durch ihren Weißpunkt unterscheiden.
45. Übertragungseinrichtung einer Farbfernsehaufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit elektrischen Umstimm- und Anpassungsmitteln nach Anspruch 1 bis 44 dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppen a bis c elektrischer Bauelemente in beliebiger Weise, jedoch unter Beibehaltung der mathematischen Reihenfolge, insbesondere auch zu einer einzigen Matrix zusammengefaßt, mit dem Empfänger oder der Aufnahmeeinrichtung festverbunden oder als selbständiger Umstimmadapter zusammengefaßt werden, wobei in allen Fällen elektrische Bauelemente, die in ihrer Funktion aufeinanderfolgenden Matrizen entsprechen, durch die dem mathematischen Matrizenprodukt entsprechenden elektrischen Bauelemente ersetzt werden können.

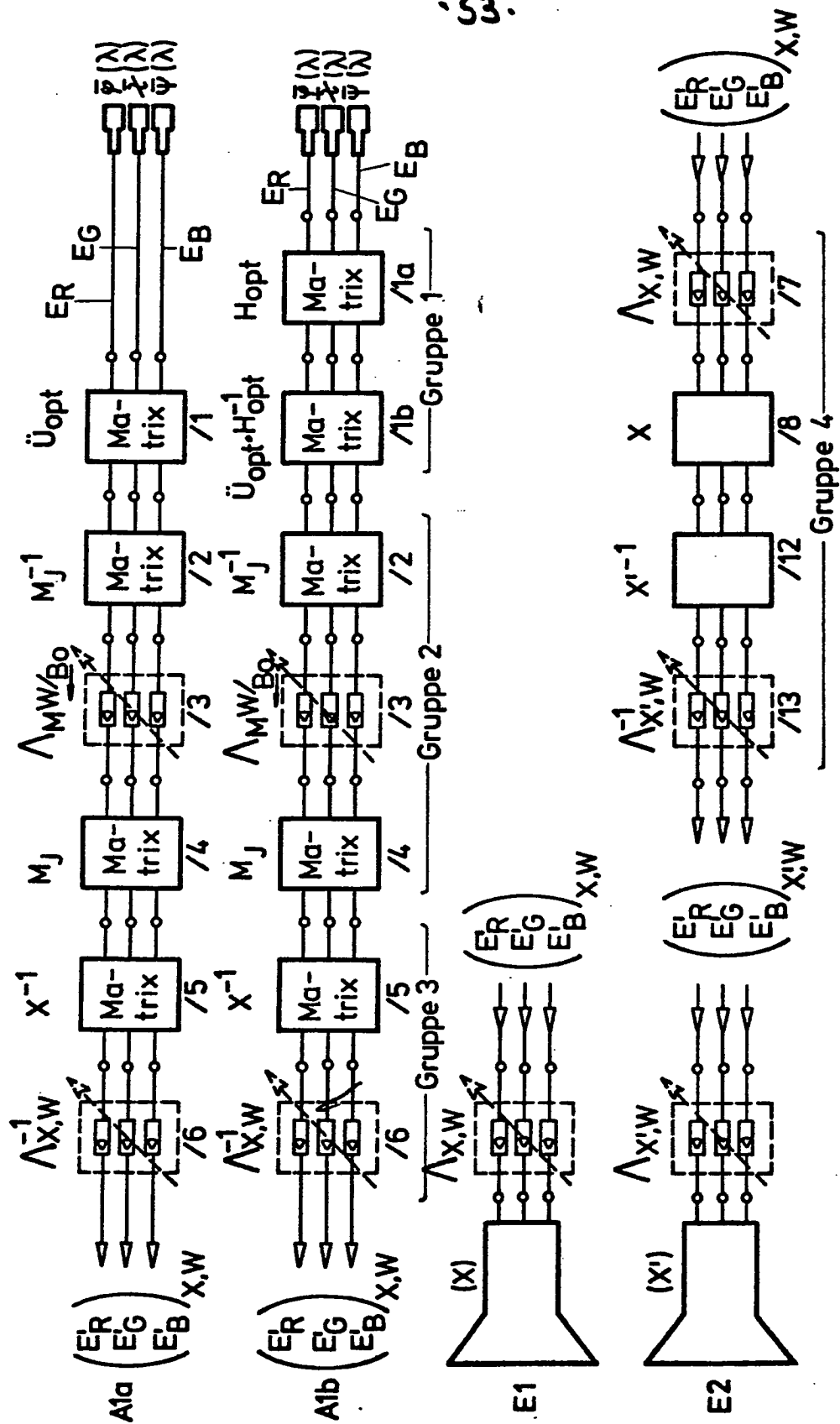
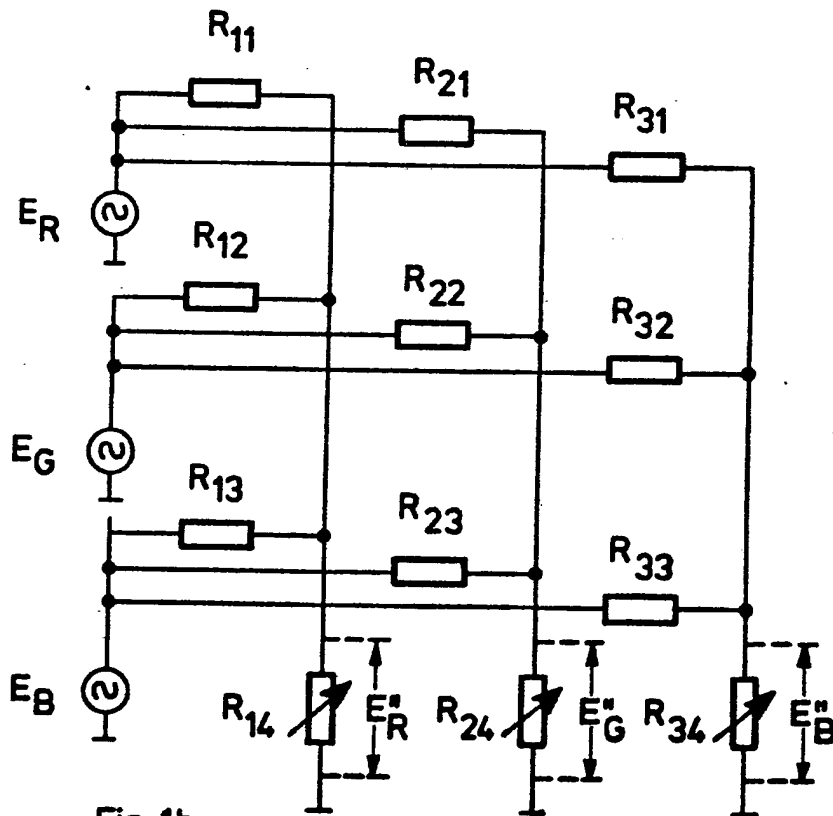
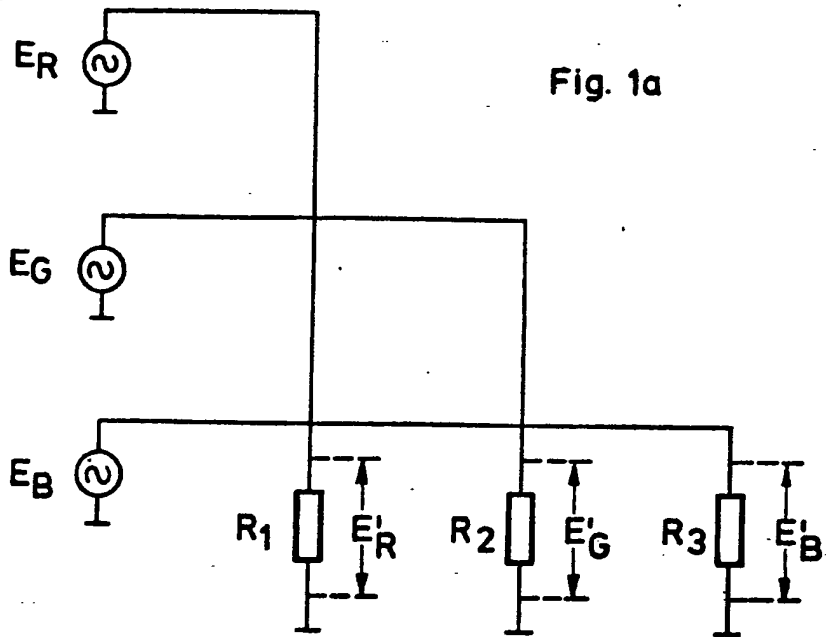


Fig. 2



Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH, München

Übertragungseinrichtung einer Farb-
fernsehaufnahme- und Wiedergabeein-
richtung

409843/0593

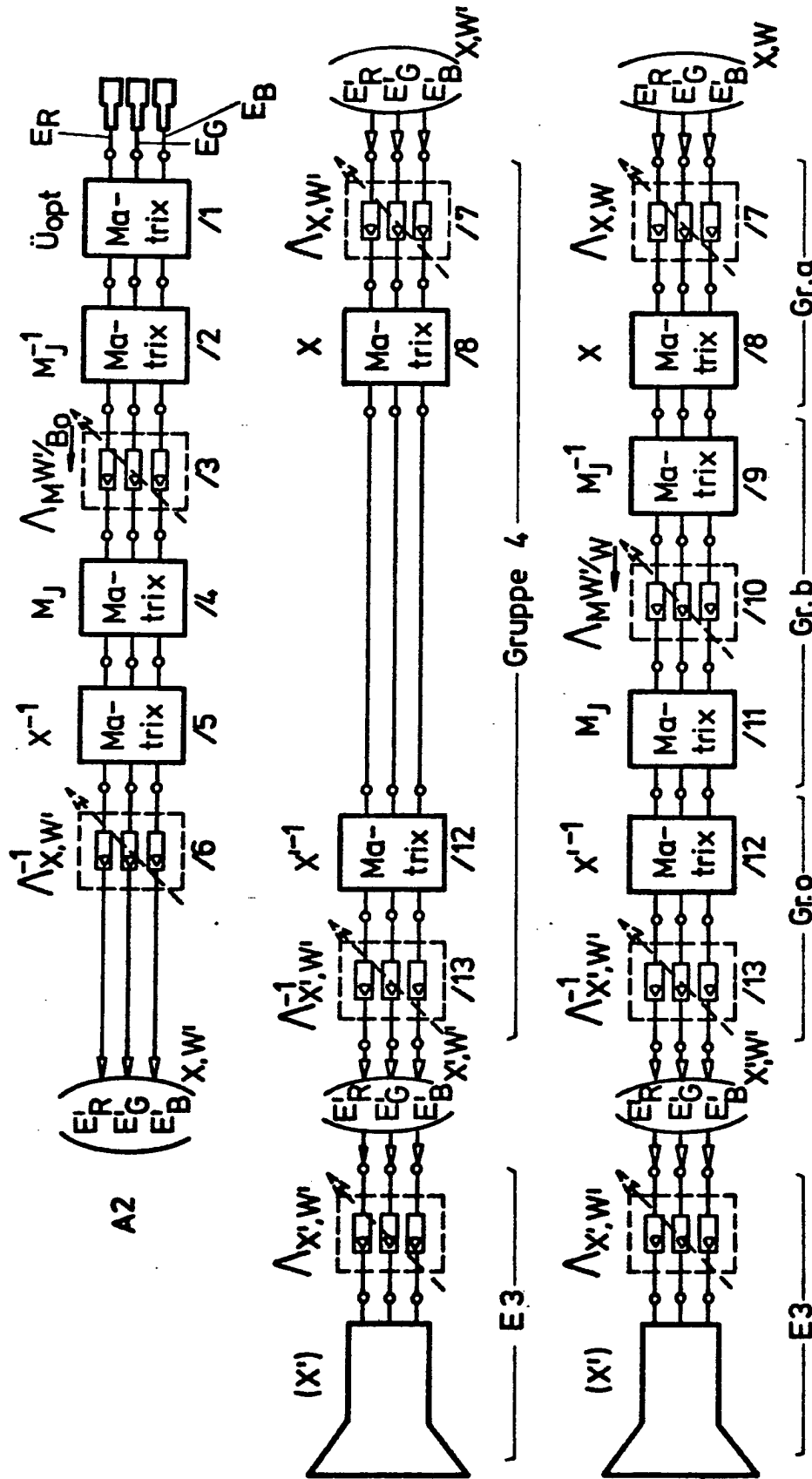


Fig. 3

Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH, München
Übertragungseinrichtung einer Farbbild-
aufnahme- und Wiedergabeeinrichtung

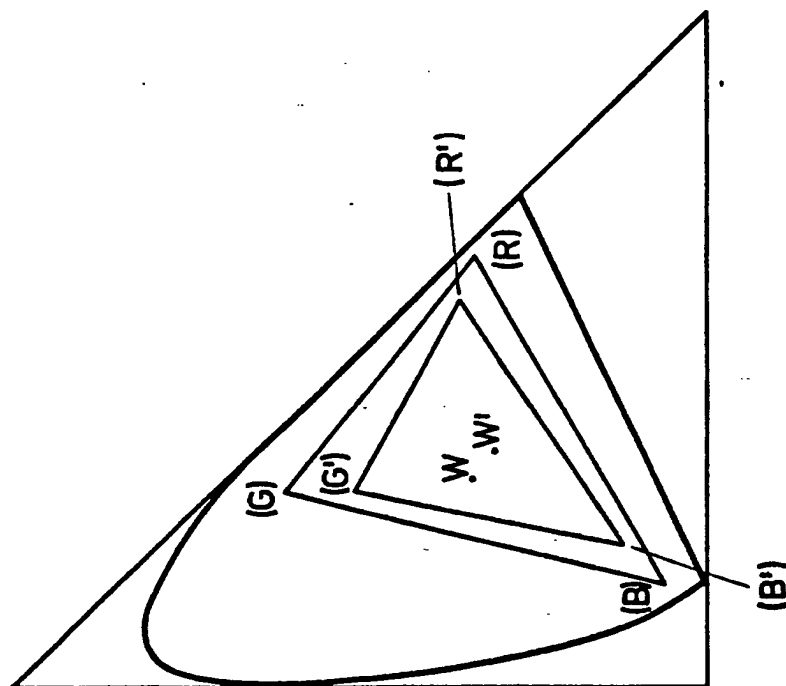


Fig. 5

Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH, München

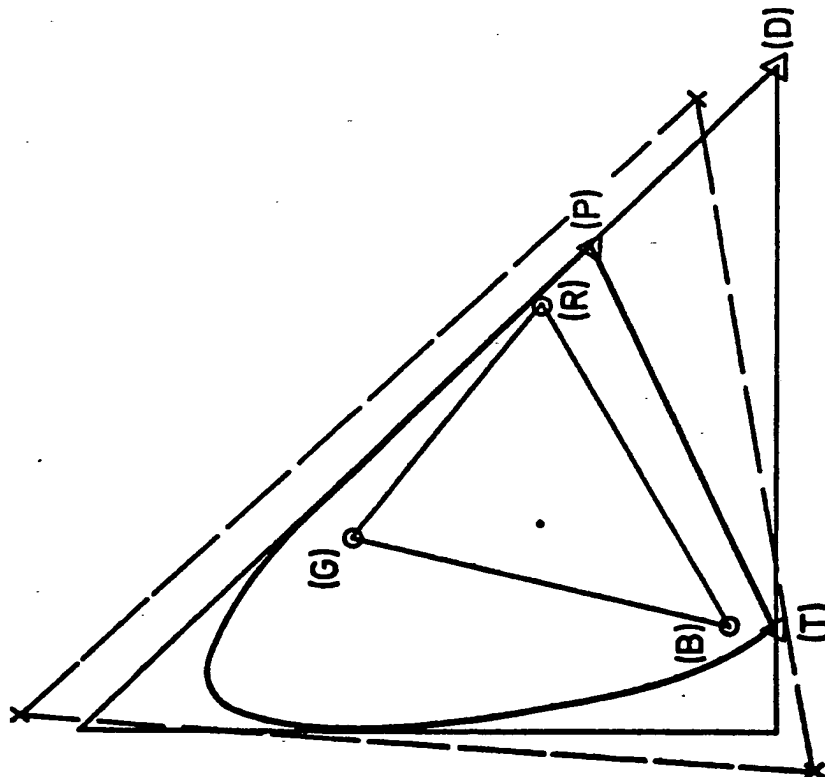


Fig. 4